

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

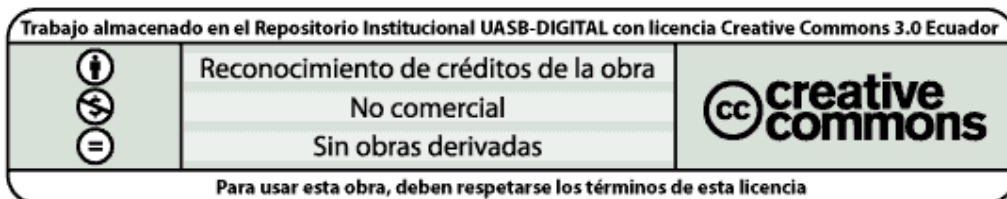
Área de Gestión

Programa de Maestría en Gestión del Riesgo de Desastres

**Análisis de los componentes estructural y funcional para el
diseño de un sistema de alerta integral a nivel institucional,
por potenciales inundaciones en el Distrito Metropolitano de
Quito**

Carlos Fabián Proaño Pachucho

Quito, 2016



CLÁUSULA DE SESIÓN DE DERECHOS DE TESIS

Yo, Carlos Fabián Proaño Pachucho, autor de la tesis intitulada “Análisis de los componentes estructural y funcional para el diseño de un sistema de alerta integral a nivel institucional por potenciales inundaciones en el Distrito Metropolitano de Quito”, mediante el presente documento dejo constancia que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de magister en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.

2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.

3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Fecha, 30 de mayo de 2016.

Carlos Fabián Proaño Pachucho

CI: 1803042181

UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

SEDE ECUADOR

ÁREA DE GESTIÓN

Maestría en gestión de riesgo de desastres

Análisis de los componentes estructural y funcional para el diseño de un sistema de alerta integral a nivel institucional, por potenciales inundaciones en el Distrito Metropolitano de Quito

Autor: Carlos Fabián Proaño Pachucho

Tutor: Ing. Fausto Alarcón

Quito - 2016

RESUMEN

Quito presenta precipitaciones en períodos muy cortos de tiempo, sobre todo en los meses de marzo, abril, mayo y octubre. Este fenómeno haría que las capacidades de conducción de agua lluvia por parte del alcantarillado, drenajes y de absorción de los suelos sea sobrepasada, y se generen inundaciones en las partes bajas, planas y quebradas de la ciudad.

La vulnerabilidad aumenta o disminuye en la medida que la sociedad, las instituciones u organizaciones de respuesta se encuentran lo suficientemente preparadas para minimizar la exposición a una amenaza ante inundaciones. Para esto se han construido obras de infraestructura, regulación hídrica y retención de sólidos en las laderas y quebradas que permiten prevenir y mitigar los riesgos.

Sin embargo, estas tareas de infraestructura en la ciudad deben ir acompañados con estudios y análisis de previsión que permitan estar alerta, mediante un proceso interactivo de recepción, actividades científico-técnicos y transmisión de información a los actores tomadores de decisión, comunidades y organismos de respuesta de la ciudad.

La tesis analiza los componentes estructurales y funcionales previos para el diseño de un Sistema de Alerta Integral Institucional ante potenciales inundaciones en el Distrito Metropolitano de Quito.

PALABRAS CLAVES: TERRITORIO/ ALERTA/ RIESGO/ PRECIPITACIÓN/ INUDACIÓN/ VULNERABILIDAD/ AMENAZA/ MONITOREO Y VIGILANCIA/ RESPUESTA/ ESCENARIO.

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mis grandes amores: mis hijos Cristhofer, Andreita y a mi esposa Mariana. Su cariño y apoyo incondicional permitieron el cumplimiento de mi objetivo, siendo ellos mi motivación para seguir adelante día a día. A mis padres quienes siempre me apoyan para que sea un luchador en la vida.

Carlos.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
--------------------------	----------

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

1.1. Territorio del Distrito Metropolitano de Quito.....	12
1.1.1 Estadística de la población y ocupación de espacios en el territorio.....	14
1.2. Clima y Cambio Climático sobre el Distrito Metropolitano de Quito.....	15
1.3 Condiciones de riesgo en el DMQ.....	18

CAPÍTULO 2

LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES

2.1. Definición de Sistema de Alerta Temprana.....	21
2.2. Tipos de Alerta Temprana ante Inundaciones	23
2.2.1 Sistema Institucional.....	23
2.2.2. Sistema Comunitario.....	24
2.2.3. Sistema Automatizado.....	24
2.3. Elementos conceptuales de un Sistema de Alerta Temprana.....	25
2.3.1. Conocimiento del riesgo.....	25
2.3.2. Monitoreo y Alerta.....	26
2.3.3. Sistema de comunicación y difusión.....	26
2.3.4. Capacidad y respuesta.....	26
2.4. Situación actual del Sistema de Alerta Temprana en el Distrito Metropolitano de Quito.....	27
2.5 Matriz de competencias institucionales para el S.A ante inundaciones	31

CAPÍTULO 3

APROXIMACIÓN AL RIESGO POR INUNDACIONES

3.1. Definición de amenaza y vulnerabilidad.....	36
--	----

3.1.1. Amenazas y vulnerabilidad en el DMQ.....	37
3.2. Análisis del riesgo por inundaciones en Quito.....	39
3.3. Inundaciones por anegamiento por falta de capacidad hidráulica de los drenajes...	43
3.3.1. Anegamiento de drenajes naturales y artificiales en el DMQ.....	44
a. Drenajes Naturales.....	44
b. Drenajes Artificiales.....	45
3.3.2. Conocimiento prospectivo del riesgo de inundaciones.....	47
3.4. Descripción de eventos atendidos en el DMQ	48
3.4.1 Inundación en el barrio Rumihurco.....	48
3.4.2. Inundación en el paso deprimido de la Y.....	49
3.4.3. Inundación en Caupicho.....	49
3.4.4. Inundación en el sector La Ofelia.....	50
3.4.5. Inundación por crecida del Río Coyago.....	51
3.4.6. Precipitaciones con tormentas eléctricas en Calderón, La Delicia y Tumbaco.....	51
3.4.7. Inundación en El Vergel.....	52
3.4.8. Precipitaciones con tormentas eléctricas	52
3.4.9. Precipitaciones con tormentas eléctricas en San Juan.....	53
3.4.10. Precipitaciones con tormentas eléctricas Puengasí, Belisario Quevedo, Itchimbia, Conocoto.....	54
3.4.11. Desbordamiento del Río Machángara.....	54
3.5 Análisis del escenario de impacto por inundaciones del 2005 al 2015.....	55

CAPÍTULO 4

PROPUESTA DEL SISTEMA DE ALERTA INTEGRAL A NIVEL INSTITUCIONAL

4.1 Delimitación del área de mayor recurrencia a inundaciones.....	64
4.2. Inundación: Evento principal para el escenario.....	65
4.2.1. Escenario para las áreas de mayor recurrencia ante posibles inundaciones .	66
4.3. Filosofía del Sistema de Alerta Institucional a Nivel Institucional.....	70
4.4 Componentes del Sistema de Alerta Integral a Nivel Institucional.....	71

4.4.1 Conocimiento de los riesgos ante lluvias intensas.....	72
4.4.2 Servicios de Monitoreo, Vigilancia y Alerta.....	72
4.4.2.1. Monitoreo de las condiciones climáticas.....	72
4.4.2.2. Vigilancia de las zonas susceptibles.....	74
4.4.2.3. Niveles de alerta.....	75
4.4.3 Coordinación interinstitucional.....	77
4.4.3.1. Procesos de coordinación.....	78
4.4.4. Difusión y comunicación de las alertas.....	79
4.4.4.1. Eficacia de la comunicación.....	79
4.4.4.2. Medios de comunicación.....	81
4.4.5 Respuesta ante las alertas.....	82
4.4.5.1. Acciones de respuesta.....	82

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

La ubicación geográfica del Distrito Metropolitano de Quito, su altitud de 2800 msnm, con una superficie actual de 423 055.42 hectáreas, le sitúan dentro de un cerco natural rodeado por volcanes, montañas y colinas que caracterizan el clima y la temperatura de la ciudad. Desde antes de su fundación, en 1534, históricamente se ha registrado un crecimiento poblacional, que a la postre, según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), llegó a 2'239.191 de pobladores entre el área urbana y rural.

La tasa de crecimiento poblacional aumenta cada año en la ciudad. En la actualidad se encuentra distribuida en 32 parroquias urbanas y 33 rurales, con un total de 1.267 sectores barriales. El territorio del Distrito Metropolitano se encuentra dentro un espacio natural, en donde se han creado las condiciones de infraestructura y hábitat de forma organizada y a veces desorganizada. Este desarrollo se realizó a la par con la conformación de una estructura administrativa y un sistema institucional capaz de proveer políticas públicas, leyes, normas para los acondicionamientos de infraestructura y construcción dentro del espacio físico-natural de la ciudad, tomando en cuenta la interacción del ser humano.

Sin embargo estos factores sociales, económicos y de crecimiento poblacional están expuestos a las amenazas de carácter natural y antrópico, que se demuestran en la ocurrencia de eventos adversos de origen climático, hidrometeorológico, actividades volcánicas, morfológica e inducidos por el hombre, que a la final se agravan en la medida que crece la exposición de población y ocupación de espacios naturales.

En este contexto las amenazas afectan a la población, infraestructura, ambiente y con esto a la economía. Específicamente en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) centramos el análisis en los accidentes de tipo hidroclimático a los que está expuesto, y que se han suscitado por inundaciones. La ciudad desde el pasado colonial convive con un gran número de riesgos relacionados con las decenas de quebradas presentes en su geografía, pendientes de las laderas volcánicas y montañas que la rodean, fallas tectónicas y la invasión en zonas no aptas para vivienda, que a lo largo de la historia ha dejado descargas de aguas servidas a media ladera, sobrecarga de edificaciones sobre

taludes, deforestación, disposición de residuos, sedimentos y escombros en laderas y cauces de quebradas.

Por lo tanto, las amenazas y la vulnerabilidad de los habitantes de un espacio territorial, en el caso específico a la ciudad de Quito ya no tienen simplemente un origen natural sino también una causa humana. Ante esto las inundaciones empeoran con el aumento de la exposición, que también ha crecido de una forma desordenada y a lo que se suma la falta de alcantarillado (insuficiencia de drenajes y desfuegos) y otros servicios públicos, asentamientos en lugares de difícil acceso y riesgo, construcciones clandestinas sin reglamentación y exposición de la frontera agrícola (lo que a su vez trae deforestación, daños de la flora y fauna silvestre, problemas sanitarios por arrojar basura y escombros en quebradas), que aumentan la vulnerabilidad de las personas en caso de una inundación por fuertes precipitaciones.

Sin embargo, la vulnerabilidad aumenta en la medida que se encuentran preparados para anticipar, enfrentar, resistir y recuperarse de un evento adverso. Es decir, en la medida que la sociedad, las instituciones u organizaciones públicas o privadas dentro del territorio se encuentran lo suficientemente preparadas para minimizar los riesgos y mejorar la capacidad de respuesta. De aquí, que todos los organismos de respuesta en un espacio de interacción social y natural deben prevenir y mitigar los riesgos de acuerdo con los planes y protocolos de prevención y respuesta. Todo esto teniendo en cuenta las condiciones climáticas y geográficas en las que se encuentra asentado el territorio, y las condiciones de vulnerabilidad a los que se enfrenta.

Cada año, en el Distrito en períodos lluviosos aproximadamente de octubre a abril las precipitaciones de corta duración han provocado desbordamientos de ríos y quebradas; además la acción antrópica han ocasionado el taponamiento y ruptura de sistemas de recolección de aguas lluvias, alcantarillado, rellenos en drenajes naturales, impermeabilización de suelos, tala de bosques, inadecuado uso de suelo y la construcción de asentamientos humanos cerca a las franjas de protección de cuencas hidrográficas, que generan potenciales inundaciones en la ciudad, poniendo en riesgo la seguridad de la población.

Para prevenir o mitigar el impacto de las fuertes precipitaciones se han construido obras de infraestructura para protección de laderas, obras de regulación

hídrica y retención de sólidos en las laderas del Pichincha y Atacazo, los mismo que han permitido proteger a la ciudad de las inundaciones y aluviones. Estas tareas de infraestructura van a acompañados con estudios y análisis técnicos del evento.

Por su parte el Municipio de Quito cuenta con un Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano (COE-M) encargado de coordinar la respuesta ante emergencias y desastres que se presentan. Este organismo actúa por los derechos de la población afectada y busca mantener una vida digna por medio de la coordinación y toma de decisiones con todos los sectores relacionados con la asistencia humanitaria y la recuperación ante una emergencia. Sin embargo, el COE-Metropolitano actualmente no cuenta con un Sistema de Alerta Temprana Integral a nivel Institucional, lo que influye en que la población e instituciones no cuenten con información oportuna ante lluvias lo que puede ocasionar potenciales inundaciones, trayendo consigo dificultades en la coordinación interinstitucional y provocando un retraso en la respuesta.

Por lo tanto, se realiza un *análisis de los componentes estructurales y funcionales para el diseño de un Sistema de Alerta Integral a nivel Institucional ante potenciales inundaciones* que permitan a su vez:

1. Identificar los sitios críticos y escenarios de afectación por lluvias en el área metropolitana.
2. Conocer la capacidad estructural, funcional y operativa de los Sistema de Alerta Temprana.
3. Diseñar una propuesta de un Sistema de Alerta Integral Institucional, que contribuya a la coordinación y la respuesta oportuna ante potenciales inundaciones.

Durante la investigación se realizará un recorrido histórico y crítico sobre la situación del DMQ ante los riesgos de inundaciones a los que está expuesto. De igual forma se realiza un trabajo teórico que ayude a solventar los conceptos de un sistema de alerta temprana y la capacidad de las instituciones de respuesta local ante el evento adverso.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

1.1. Territorio del Distrito Metropolitano de Quito

El Distrito Metropolitano de Quito es el territorio considerado como la capital política-administrativa y económica del Ecuador. Conocido como la ciudad de Quito, se encuentra localizado en la Sierra Norte del país y su ubicación geográfica está en la Cordillera occidental de los Andes, con una altitud promedio de 2800 msnm (metros sobre el nivel del mar).

Tiene una superficie de 423 055.42 hectáreas o 4 230.6 km², de las cuales “42.689,39 Has (10,09%) corresponden a la mancha urbana y 380.311,82 Has (89,91%) pertenecen a zonas rurales donde existe áreas agrícolas, preservación natural y bosques protectores”, según el Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura en el DMQ (Segunda edición -2015). Específicamente, el territorio se encuentra dentro de la provincia de Pichincha, limitando en el norte de país con la Provincia de Imbabura; “al sur con los cantones Rumiñahui y Mejía; al este, con los cantones Pedro Moncayo, Cayambe y la Provincia de Napo; al oeste con los cantones Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de Los Bancos y la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas”¹.

El Distrito también se le puede ubicar en un cerco natural “situado en todo el frente a las faldas del volcán Pichincha, que domina el poniente; rodeado, al norte por el antiguo Hanacauri (sector conocido como El Placer), al levante por la colina de Itchimbía (sector La Tola), y al sur por El Panecillo”² (Centro). Además, presenta otras elevaciones que son consideradas como miradores naturales de la ciudad: Guápulo, Parque Itchimbía (Centro), al sur occidente como un cimio del volcán Rucu Pichincha, se ubica el cerro Unguí, y desde el sector norte aparece Cruz Loma, San Juan y Parque Metropolitano Guanguiltagua. En sí, la ciudad se encuentra rodeada entre montañas donde presenta un crecimiento de espacio poblacional- longitudinal.

¹ Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ, Alcaldía de Quito, Segunda Edición- 2014.

² Quito Patrimonio de la Humanidad. [En línea][citado 9 de marzo de 2016] <http://www.efemerides.ec/1/sep/quito.htm>

El territorio se administra de forma zonal, dividido en nueve jefaturas administrativas o administraciones zonales creadas por el Municipio de Quito en el año 2000 con el fin de mejorar los servicios a la ciudadanía “promover la participación, el desarrollo sostenible, roles de control, regulación, planificación y gestión de los espacios y áreas de la población”³, que se encuentran distribuidos en las 32 parroquias urbanas y 33 rurales, en un total de 1.267 sectores barriales legalizados como se muestra en el siguiente cuadro, según su número y distribución.

Administraciones Zonales, parroquias y sectores barriales

No	Administración Zonal	Parroquias	No. Parroquias	No. Sectores Barriales
1	Calderón	Calderón y Llano Chico	2	72
2	La Delicia	Calacalí, Carcelén, Comité del Pueblo, Cotacollao, El Condado, Guala, Nanegal, Nanegalito, Nono, Pacto, Pomasqui, Ponceano y San Antonio	13	214
3	Eugenio Espejo (Norte)	Atahualpa, Belisario Quevedo, Chavespamba, Cochapamba, Concepción, Guayllabamba, Iñaquito, Jipijapa, Kennedy, Mariscal Sucre, Minas, Nayón, Perucho, Puellar, Rumipamba, San Inca y Zambiza.	17	223
4	Manuela Sáenz (Centro)	Centro Histórico, Itchimba, La Libertad, Puengasí y San Juan	5	81
5	Eloy Alfaro	Chilibulo, Chimbacalle, La Argelia, La Ferroviaria, La	9	124

³ Municipio de Quito, [En línea] [citado 8 de marzo de 2016, <http://www.quito.gob.ec/index.php/administracion-zonales/administracion-eloy-alfaro/65-administraciones-zonales>].

		Magdalena, La Mena, Lloa, San Bartolo y Solanda		
6	Quitumbe	Chillogallo, Guamaní, La Ecuatoriana, Quitumbe y Turubamba	5	118
7	Los Chillos	Alangasí, Conocoto, Amaguaña, Guangopolo, la Merced y Pintag	6	262
8	Tumbaco	Checa, Cumbayá, Quinche, Pifo, Puembo, Tababela, Tumbaco y Yaruquí.	8	173
9	Zona Turística La Mariscal	La Mariscal	1	

Tabla No 1 Administraciones Zonales: Parroquias urbanas, suburbanas y rurales y número de sectores barriales. **Fuente:** MDMQ – Atlas de Amenazas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito⁴. A esta tabla se incluyó la nueva administración turística de La Mariscal.

De acuerdo con este informe detallado de las parroquias dentro de las Administraciones del DMQ, estableceremos posteriormente el área de influencia que el DMQ enfrenta con mayor riesgo en momentos de fuertes precipitaciones.

1.1.1. Estadística de la población y ocupación de espacios en el territorio

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Quito es la segunda ciudad más poblada del Ecuador. El último censo ecuatoriano de población y vivienda realizado por el INEC el 28 de noviembre del 2010, registró que en el área urbana existen 1'619.432 habitantes y en todo el Distrito Metropolitano un total de 2'239.191 pobladores. En los últimos años este número de pobladores ha cambiado la estructura territorial dentro del ámbito urbano y rural.

La tasa de crecimiento de la población “ha seguido una tendencia decreciente a partir de 1982. Entre 1950 y 1962 la población se incrementó en un promedio anual de 3,9%; entre 1962 y 1974 disminuye al 3,6%; en el siguiente período intercensal (1974 - 1982) asciende a una tasa de crecimiento de 4,5% promedio anual; y luego desciende en

⁴ Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ, pág. 30

forma persistente hasta alcanzar en el último período intercensal (2001 - 2010), una tasa de 2,2% promedio anual”⁵.

Ante este informe se estima que para el año 2022, *la población del DMQ* “sea de casi 2,8 millones de habitantes [...] de los cuales el 68,7 % residirá en el área urbana”⁶ y para el 2040 se esperan el doble de habitantes, 4,2 millones.

Teniendo en cuenta que el factor humano es el motor principal en el área económica y sociocultural que ocupa el territorio del DMQ, desde su creación continuamente se han asignado reglas para el uso del suelo, teniendo en cuenta la continua expansión urbana y rural. Se han clasificado en el uso residencial, múltiple (comercio, residencia e industria de bajo impacto), equipamiento (que tienen un servicio social o público. Por ejemplo, bosques, áreas verdes o esparcimiento), Áreas Naturales Protegidas (áreas verdes con un ecosistema sensible y microcuencas), Patrimonio Cultural, Recursos Naturales (renovables y no renovables), agrícolas, y uso de suelos comerciales. En estos tipos de suelo se ha generado en distintas formas, modos y tiempos la ocupación de espacios y asentamiento de edificaciones y población, es decir que en estos espacios físicos y naturales se produce la interacción con el ser humano.

1.2 Clima y cambio climático sobre el Distrito Metropolitano de Quito

En el Ecuador el clima es tropical y se definen en función de las lluvias, la temperatura del suelo (de acuerdo con las regiones Costa, Sierra y Oriente) y dos estaciones definidas (con excepción de la cuarta región localizada en las Islas Galápagos). La estación seca es conocida como ‘verano’ y la estación lluviosa como ‘invierno’, que presenta condiciones de humedad y calor y dependen de las condiciones geográficas de cada región.

En el caso específico del Distrito Metropolitano de Quito se conocen a estas dos estaciones que se diferencia en épocas de los meses del año: la estación seca o verano se presenta de junio a septiembre, y lluviosa o invierno de octubre a mayo, lo que crean una diversidad biológica en los diversos ecosistemas de bosques, arbustos, herbazales,

⁵ MDMQ (Plan de Desarrollo 2012-2022), 2012. Municipio de Quito. Primera Edición. Pág. 15, Disponible en <http://bit.ly/24IRhCC>

⁶ MDMQ (Plan Metropolitano de Desarrollo 2012 – 2022). Municipio de Quito. Versión Resumida. Quito, Enero 2012.

vegetación y tierras dedicadas para la agricultura (teniendo en cuenta además una diversidad de productos en toda la zona).

En parte, la altura de 2.800 metros también determina la temperatura del Distrito, que va desde los 8° a 24°, lo que a su vez permite una diversidad de pisos climáticos con un ecosistema diverso (...vegetales boscosos, arbustivos y herbáceos, los cuales albergan 21.490 registros de plantas⁷), una diversidad de recursos naturales y pisos climáticos. A su vez, esta altura y ubicación geográfica determinan una altura media de 14 grados centígrados.

Las variaciones de altura y pluviosidad generan por lo menos quince tipos de clima que van desde el clima nival, que presenta temperaturas menores a los 4 grados centígrados, hasta el clima tropical lluvioso, característico de los bosques del noroccidente, con una temperatura promedio anual de 22 grados centígrados.⁸

Sin embargo, Quito también presenta inestabilidad en el clima, que en parte se debe a la ubicación del territorio en la sierra ecuatoriana y a una topografía con elevaciones que circunda a la ciudad, y otro al cambio climático que se traduce en “un incremento general y gradual de la temperatura, cambios en los componentes de las precipitaciones e incrementos de eventos extremos...”⁹, que se registran por la presencia de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producidos en los últimos tiempos –en mayores cantidades– en todo el mundo.

Los científicos [...] afirman que los causantes de este cambio climático son los gases de origen antropogénico (es decir, a causa de la actividad humana) que se han ido vertiendo sobre la atmósfera¹⁰.

Las consecuencias se traducen en olas de calor (con intensidad sobre todo en las grandes ciudades del planeta), sequías, cambio en el ciclo natural de las plantas,

⁷ MDMQ (Memoria Técnica del Mapa de Cobertura Vegetal del DMQ), Secretaría del Ambiente del Municipio de Quito, Quito, 2015.

⁸ Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022, pág 14.

⁹ Serrano, Sheila: Análisis estadísticos de datos Meteorológicos Mensuales y diarios para la determinación de variabilidad Climática y Cambio Climáticos en el DMQ, Artículo Científico. Quito-Ecuador, 15 de Diciembre de 2012. Pág 25.

¹⁰ Revista La Marea, Especial Ecología, Cambio Climático y Sostenibilidad: Cuenta atrás para paliar el cambio climático, Toni Martínez, 2015.

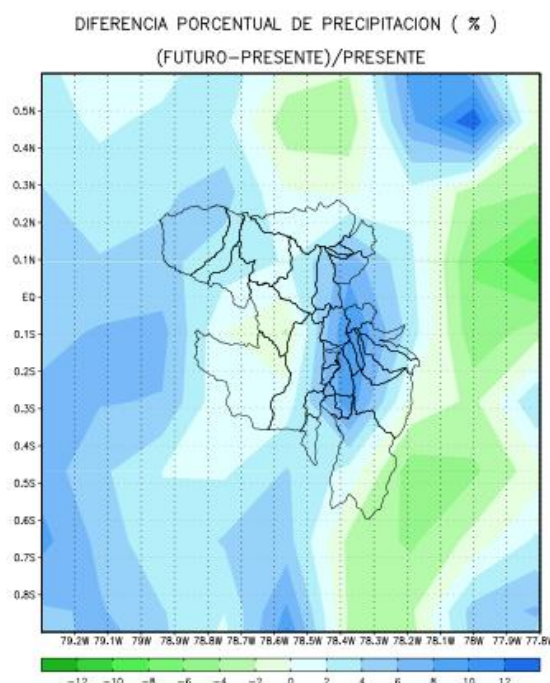
hambrunas, deshielo de glaciares, cambio en las estaciones, mayor acidez del agua en los océanos e inundaciones.

Localmente y de forma lógica el cambio climático incide en que las dos estaciones de climas registrados en el DMQ se presenten independientemente de las fechas registradas como normales. Es decir, existe una variación climática que ya no está definida. Al contrario se dan eventos por lluvia en épocas de temporada seca.

En los últimos años, el Distrito Metropolitano de Quito se ha visto afectado por inundaciones, sequías y deslizamientos de tierra que han surgido de la confluencia de la variabilidad climática y el cambio climático¹¹.

En contexto, el Distrito –al igual que otras ciudades en cualquier parte del mundo– debe prepararse y aún, posiblemente enfrentar riesgos por eventos adversos que afectan a un espacio-territorio o población.

El cambio climático incide en el proceso natural e incrementa las precipitaciones, incluso hará que llueva en días que no estaban previstos, y con esto se reporten problemas de inundación. En el siguiente gráfico se muestra un porcentaje de lluvias previsibles para los periodos entre 2015-2039.



Mapa 1. Diferencia porcentual futuro-presente de la intensidad de precipitaciones en el Distrito Metropolitano de Quito. Fuente: INAMHI.

¹¹Plan de Acción Climático de Quito, Fundación Ecogestión. 2012-2016 Pág 14.

1.3 Condiciones de riesgo en el DMQ

El DMQ presenta factores sociales, económicos y de crecimiento poblacional que lo exponen a varias amenazas de carácter natural y antrópicos que se demuestran en la ocurrencia de eventos adversos con relación de daños a la población, bienes y territorios que ocupan. Pueden ser eventos tanto de tipo ‘climáticos como geomorfológicos relacionados con los escurrimientos de superficies perturbados por la urbanización’¹². Al hablar de urbanización, recordamos que la población se asienta en un medio natural donde hoy es la ciudad. En este espacio pueden ocurrir ‘eventos adversos con capacidad de afectar a un territorio definido por la presencia y la importancia de los elementos que se ubican en él (habitantes, bienes, patrimonio, actividades, etc.)’¹³.

Incluso desde antes de la fundación de Quito, en 1534, son muchos los factores de riesgo producto de las amenazas y vulnerabilidades que ha afrontado la ciudad y que ha tenido un origen climático, hidrometeorológico, geológico (por ejemplo ‘sismos relacionados con la estructura geológica conocida como la falla o el sistema de fallas de Quito’¹⁴), actividades volcánicas, morfológicas e inducidas por el hombre –a los que se denomina eventos antrópicos. Estos riesgos como ya se ha dicho antes, aumentan en la medida que crece la estadística de la población y ocupación de espacios en el territorio.

En los años 1973, 1975, 1983, 1986 y 1987, los aluviones devastaron zonas urbanas ubicadas en laderas de altas pendientes y franjas de protección de quebradas y ríos, con lamentables pérdidas de vidas humanas y económicas¹⁵.

Al referirnos a los eventos adversos que se producen por inundaciones, caídas de lodo deslizamientos en zonas urbanas y rurales, tienen relación desde el origen de la Colonia, donde se han identificado cientos de quebradas que históricamente han conducido el agua desde las vertientes del volcán Pichincha al Oeste y las laderas de las colonias Orientales¹⁶. Estas quebradas por siglos han sido una forma de drenaje natural

¹² Peltre, Pierre: Riesgos Naturales en Quito, Colegio de Geógrafos en el Ecuador, Editorial Nacional, 1989, pág. 45.

¹³ Serrano, Tania: Análisis de la vulnerabilidad en el Distrito Metropolitano de Quito, Coordinadores del Programa de Investigación.

¹⁴ Breve reseña de los sismos provenientes de la falla geológica de Quito, Agosto 15, 2014. En línea: <http://bit.ly/1eakGBh>

¹⁵ Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ, Alcaldía de Quito, Segunda Edición.

¹⁶ Godard, Henry: Atlas Icnográfico de Quito, Socio Dinámica del Espacio y Política Urbana, ORSTOM, 1992.

a lo largo de los años y ahora han sido reemplazados por rellenos y canalizaciones que se unen con los sistemas de alcantarillado que recogen las aguas de las vertientes al igual que de las aguas lluvias y servidas, y que en un momento de fuertes precipitaciones provocan emergencias.

A más de esto, el geógrafo Pierre Peltre, muestra en su libro ‘Riesgos Naturales en Quito’, que la ciudad ocupa en las faldas del volcán Pichincha, una grada tectónica a 300 m, aproximadamente sobre el callejón interandino, valle norte-sur que se para las cordilleras Oriental y Occidental. Según, Peltre, esto da al sitio el aspecto de un canal estrecho de treinta por tres a cinco kilómetros de orientación N/S, cuyo fondo todavía pantanoso está constituido por sedimentos fluvio-lacustres de un antiguo lago que existió en el siglo pasado en la ciudad.

El Distrito convive con un gran número de riesgos probables, muchos de ellos relacionados con decenas de quebradas presentes en su geografía occidental. “Las pronunciadas pendientes de frágil material volcánico de las laderas que la rodean, una alta exposición sísmica debido a la presencia de fallas activas y a la ubicación en una región volcánica, la invasión en zonas no aptas para vivienda, la descarga de aguas servidas a media ladera, la sobrecarga de taludes, la deforestación, la disposición de materiales residuo y escombros a laderas y cauces de quebradas...”¹⁷

Además, la ciudad de Quito está atravesada por cuatro fallas tectónicas y rodeadas por veinte volcánicos, a lo que se suma el continuo crecimiento poblacional.

Estos factores pueden incidir en varios riesgos en el DMQ, expuesto desde su ubicación y distribución geográfica en el territorio, así como a factores climáticos, por precipitaciones y temperatura. Añadiendo además, que estos factores han variado de acuerdo con los cambios climáticos por efecto invernadero en el planeta.

Factores de clima:

El clima de Quito está expuesto a una variabilidad climática natural que está determinada por 2800 m de altura y su topografía longitudinal a lo largo de las faldas del volcán Pichincha y en medio de varias elevaciones a su alrededor. En general estos relieves determinan la cantidad de humedad y nubosidad en la ciudad. A esto, el clima de Quito también se encuentra circundado por “los vientos que fluyen desde los valles y

¹⁷ MDMQ, (Plan de Acción Climática 2012-2016) Secretaría de Ambiente - Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, 2012. Pág 29.

llanuras, y es muy susceptibles a la influencia de las corrientes marinas, como la cálida de El Niño y la fría de Humboldt, así como de los vientos provenientes de la Región Amazónica”¹⁸.

Frente a esto presenta dos estaciones: seca o verano inicia alrededor del mes de junio a septiembre, y la lluviosa o invierno de octubre a mayo, lo que crean una diversidad biológica en los diversos ecosistemas de bosques, arbustos, herbazales, vegetación y tierras dedicadas para la agricultura.

Este clima incide en el proceso natural y social de la ciudad, pero a su vez, este modo está siendo afectado en los últimos años por un cambio climático global de manera antropogénica. Es decir, “el cambio producto de la actividad humana a través de su alteración sobre la composición química atmosférica, debido a la mayor presencia de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en todo el mundo”¹⁹, y que en el caso del Distrito se produzcan distintos tipos de clima en un mismo día. Incluso que llueva en días que no estaban previstos.

Factores por temperatura: La temperatura también está relacionado con la altura en el que se encuentra ubicado el DMQ. Los 2800 m de altura indican una menor temperatura comparable con el nivel del mar. Es decir, que la temperatura media del Distrito varía de los 8° a 24 C y una temperatura media anual de 14 grados centígrados.

Factores por precipitaciones: En la temporada lluviosa de octubre a mayo, se sub divide en dos estaciones lluviosas que se siente aproximadamente desde el mes de septiembre-octubre a noviembre y de enero a mayo. Registrando en este periodo el mes de abril como el de más alta precipitación. En estas temporadas el sistema meteorológico del DMQ –que a la vez está condicionado a la meteorología del Ecuador, registran una intensidad pluviométrica que van de norte-sur desde los 21 mm a 43 mm por hora, “y una pluviosidad anual que va desde los 1.200 mm en la zona plana urbana hasta 1.500mm en la parte alta”²⁰.

¹⁸ MDMQ (Estudio del Impacto Ambiental del Metro de Quito), Resumen Ejecutivo, Quito, Enero 2012.

¹⁹ SERRANO, Sheyla y ZULETA, Diana: Análisis estadístico de datos meteorológicos Mensuales y diarios para la determinación de Variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, Diciembre 2012.

²⁰ ZEVALLOS, Othón: Ocupación de laderas: Incremento del Riesgo por degradación ambiental urbana en Quito, Recopilación: Ciudades en Riesgo, 1996. Pág. 122.

CAPÍTULO II

LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES

2.1 Definición de Sistema de Alerta Temprana

Como primer punto, diríamos que siempre estamos en alerta. Es una condición que debe ser permanente ante cualquier amenaza. Para la Unesco, los Sistemas de Alerta Temprana conocidos como SAT, son un conjunto de procedimientos e instrumentos, a través de los cuales se monitorea una amenaza o evento adverso (*natural o antrópico*) de carácter previsible, para lo cual se recolectan y procesan datos e información, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos²¹. Siempre con el objetivo de proteger la vida.

Como un sistema integrado se podría decir que es una cadena donde implica observación, alerta, alarma, advertencia y respuesta como la parte técnico inicial de un proceso de emergencia. Cuando no hay instrumentos de observación en un evento esperado o inesperado es difícil anticipar la ocurrencia de amenazas.

En esta cadena también implica una transmisión de información, a partir de adquisición de datos acerca de la evolución de las amenazas de origen natural, la toma de decisiones técnicas, políticas y comandos para informar a la población y movilizar recursos de respuesta y operaciones.

En este sentido, alerta, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, involucra las definiciones como estar atento, vigilante; en aviso o llamada para ejercer vigilancia. Es decir, que es un estado de permanente vigilia y que nos permite identificar situaciones o circunstancias que pueden evolucionar a peligros potenciales, capaces de generar graves daños. Este paso desemboca hacia un anuncio o dispositivo de información que denominamos ‘Alarma’.

La ‘alarma’ se emite con el objetivo de prevenir a la población y a los tomadores de decisión acerca de un acontecimiento previsible. Según el diccionario de la Lengua Española, presenta tres definiciones: a) Aviso o señal que se da en un ejército o plaza para que se preparen inmediatamente a la defensa o combate. b) Aviso o señal de

²¹ La Unesco. (10 Preguntas y 10 respuestas sobre el Sistema de Alerta Temprana). [En línea] Disponible en www.meduca.gob.pa/www.unesco.org/.../Panama%20MANUAL%20INFORMATIVO.pdf

cualquier tipo que advierte de la proximidad de un peligro. c) Un mecanismo que, por diversos procedimientos, tiene por función de avisar de algo. Si utilizamos las dos últimas definiciones para explicar un evento para la reducción de riesgo, por ejemplo en una situación de lluvia, la alarma se activa para permitir a los organismos responder y atender las emergencias y a una población. De esta manera, activar los procedimientos preestablecidos, reducir o eliminar los daños que puedan a las personas, y que esta a su vez, depende de la naturaleza amenazante, la intensidad previsible, la extensiva territorial de influencia y la potencialidad de generación de daños.

“La importancia de un SAT, radica en que permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza, en que tiempo y espacio, una amenaza o evento adverso... puede desencadenar en situaciones potencialmente peligrosas”²².

Para esto, de forma anticipada, a través de las tareas científicas técnicas es importante establecer herramientas de conjetura o cálculo sobre un evento futuro. A través de un análisis que realiza un especialista con respecto a los eventos adversos, causas, cursos y cambios de dirección y presunción, según los síntomas que acompañan a una situación de riesgo. De estos análisis se establecen los pronósticos que ayudan a establecer las alertas y que la población en sectores vulnerables tome acciones de respuesta.

Cuando un evento de lluvia se produce –por ejemplo, a través de los pronósticos es posible determinar con aproximación, dónde, cuándo y de qué manera se manifestarán las inundaciones, taponamientos, deslaves, crecidas de ríos o desbordes de agua en las quebradas. El pronóstico depende de la calidad, confiabilidad y disponibilidad de los datos, modelos técnicos complejos y recursos informáticos que se dispongan.

Sin embargo, recordando la cadena del sistema de información, observación, condición de alerta, alarma, advertencia y respuesta, estar alerta depende de la situación en que sea considerada como amenaza.

²² La Unesco, 10 Preguntas y 10 respuestas sobre el Sistema de Alerta Temprana, 11.

Según el tipo de amenaza elegimos la forma en que queremos protegernos y frente a esto generamos una alerta. Ya que esta es una condición permanente. Esta desencadena en protocolos que permiten tomar precauciones, desarrollar la temporalidad, definir las funciones y responsabilidades de las autoridades, recursos y mecanismos de los cuales se dispone y generar una red de información. Para resumir, estos protocolos deben inducir a una acción ordenada y por lo tanto deben ser definidos con anticipación.

2.2 Tipos de Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones

La alerta se aplica a cualquier evento de origen natural o antrópica, ante el cual se debe estar preparado. Sean amenazas naturales, geodinámicas (sismo, erupciones volcánica, lahares, etc), hidrometeorológicos (Tsunamis y Aguajes), hidrológicos (inundaciones, sequías, desbordes ríos o quebradas, etc) o atmosféricos (vientos fuertes, tormentas, lluvias intensas, etc)²³. En el caso específico de una amenaza ante inundaciones se presentan tres tipos de sistemas aplicables; un *sistema institucional* que permite la operativización desde un punto de vista administrativo responsable de las políticas que facilitan la alerta y los sistemas técnicos; y según el Manual de Sistemas de Alerta Temprana presentado por la Unesco, existen los sistemas automatizados y comunitarios²⁴.

2.2.1 Sistema Institucional

Este sistema tiene un alto grado de conocimiento sobre las amenazas, vulnerabilidades y los riesgos a los que se exponen la ciudad. Además, está en condiciones de asesorar, instruir y hacer partícipe a la población local. Para esto cuentan con un sistema técnico que prevé y emite los niveles de alerta locales de acuerdo con la evolución de la amenaza.

23 ECSAN, Prevención y atención de desastres. [En línea] Domingo, 2 de septiembre 2012, Disponible <http://bit.ly/1TPDWmS>

24 La Unesco. (10 Preguntas y 10 respuestas sobre el Sistema de Alerta Temprana), pág 14.

2.2.2 Sistema comunitario

Como estrategia de prevención, el sistema comunitario de alerta ante inundaciones promueve que la población de un área específica, identifique los riesgos y pueda enfrentarlos con el mínimo riesgo de pérdidas humanas o materiales.

Para esto la comunidad y el apoyo de los organismos de respuesta deben participar activamente en todos los niveles de la cadena del sistema: observación y monitoreo de precipitaciones pluviales y en algunos casos de los niveles de los ríos y cuencas hidrográficas; transmisión de información antes, durante y después de una emergencia, toma de decisiones y respuesta, además la organización comunitaria participa en la elaboración de planes y mapas que permita la respuesta local.

2.2.3 Sistema automatizado

El sistema automatizado de alerta ante inundaciones está basado en la implementación de herramientas tecnológicas e informáticas como estaciones meteorológicas, sistemas de medición de lluvias, dirección del viento, temperatura, humedad y pronósticos.

Todos los datos son recogidos de forma preventiva por las organizaciones o instituciones técnico-científico para la generación de información meteorológica predictiva.

Para efecto de esta investigación se considera el Sistema de Alerta Institucional como el primer paso a desarrollar dentro del sistema básico para el análisis de diseño propuesto en los siguientes capítulos.

2.3 Elementos Conceptuales de un Sistema de Alerta Temprana

El Sistema de Alerta Temprana es un conjunto de procedimientos a través de los cuales se recolecta y procesa información relacionada con un evento previsible, que luego sirve como un aviso (Alarma) a los habitantes ubicados sobre una posible área de influencia.

IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)

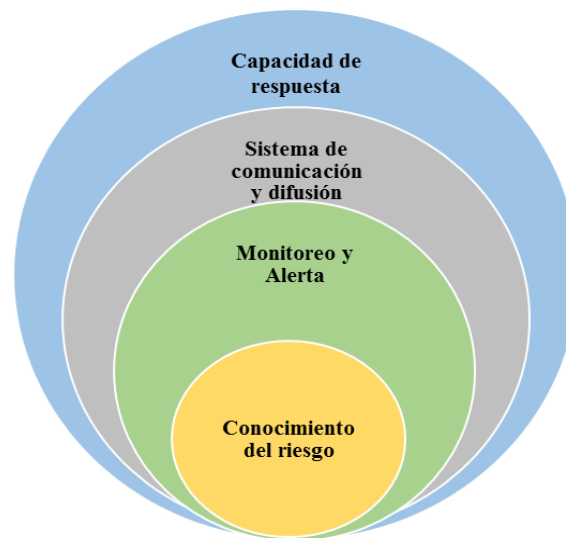


Ilustración 1 Implementación y monitoreo del Sistema de Alerta Temprana (SAT). **Fuente:** Realizado por el autor de la tesis.

Para el diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana se deben tener en cuenta una serie de elementos que determinan sus posibilidades de aplicación:

2.3.1 Conocimiento del riesgo

Esta primera etapa es primordial ante la necesidad de conocer las amenazas y vulnerabilidades que existen en un determinado espacio, que envase al análisis de estos componentes se puede terminar el grado de riesgo que está expuesta la población o infraestructura.

Ante esto es necesaria la detección y pronóstico de eventos extremos inminentes, “a fin de poder formular alertas a partir de conocimientos y monitoreo científicos y del estudio de los factores que influyen en la intensidad y frecuencia de los desastres²⁵. En

²⁵ Naciones Unidas (Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres), Suiza 2014, Pág. 398.

otras palabras, es un respaldo científico-técnico con el cual se conoce de la posibilidad de daños, una vez que la amenaza haya sido evaluada a través de un continuo estudio, vigilancia y seguimiento, de acuerdo con los factores de recurrencia, celeridad de materialización del evento y extensión espacial.

Esta es una información que dispondrán los tomadores de decisión o equipos de gestión de riesgo organizacional o institucional.

2.3.2 Monitoreo y alerta

El monitoreo y la alerta son el componente fundamental del sistema. A través de estas, las amenazas están en continuo análisis, para lo cual se generan evaluaciones con pronósticos, mapas y escenarios de riesgo que ayudan, según los niveles determinados de riesgo, a vigilar y medir las condiciones de los fenómenos. De igual, forma es necesario mantener dos ejes: una comunicación interna entre los organismos evaluadores y el seguimiento operativo a través de puesto de mandos locales de las instituciones de respuesta involucradas.

2.3.3 Sistema de comunicación y difusión

El mensaje de alerta es importante y está relacionada con la información de impacto que se genera desde la gestión prospectiva, correctiva y reactiva. Este componente implica la transmisión de datos hacia la central de diagnóstico, es decir a la emisión de alertas, alarmas y la coordinación de las comunicaciones en situaciones de emergencia. Es importante en este momento la entrega oportuna de información a los tomadores de decisión enmarcados como autoridades dentro de un protocolo ya definido y en el marco de códigos y declaraciones de emergencias.

2.3.4 Capacidad de respuesta

Esta etapa involucra a los actores pertinentes, quienes van a dirigir las acciones de respuesta. Estas se fundamentan en tres tipos de actores que activan los protocolos respectivos:

- a. Aquellos grupos que en una emergencia deben tomar control de la seguridad pública. Por ejemplo, Policía y demás organismos de intervención inmediata.
- b. Aquellos grupos de apoyo que se presentan de acuerdo a la competencia durante una emergencia o tipo de emergencia.

- c. Científico-técnico quienes brindan un seguimiento de las condiciones meteorológicas, atmosféricas, termografías, etc. Es decir que verifican la calidad, cualidad, tiempo y pertinencia en una respuesta, con indicadores respectivos.

2.4 Situación actual del Sistema de Alerta Temprana en el Distrito Metropolitano de Quito

En el Distrito Metropolitano de Quito se aplica un Sistema de Alerta Temprana de acuerdo con los componentes establecidos en el Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano (COE-M), Institución que fue creada el 27 de noviembre del 2012 como una dependencia en áreas de seguridad y convivencia ciudadana de la Empresa Pública Metropolitana de Logística para la Seguridad y la Convivencia Pacífica (EP-EMSEGURIDAD) y que tiene entre sus funciones “Implementar y monitorear el Sistema de Alerta Temprana (SAT) del DMQ”²⁶.

Antes de definir el SAT que se implementa en el COE-Metropolitano, describimos la estructura de este organismo y sus áreas para la atención integral de la población.

El Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano se divide en tres áreas:

- **Área de Operaciones**, responsable de la coordinación interinstitucional según el requerimiento de la unidad operativa que corresponda de acuerdo al tipo de emergencia.
- **Sala de Situación Metropolitana**, constituye un laboratorio metodológico para el desarrollo del análisis de la situación de las emergencias y toma de decisiones, por medio de la consolidación, validación, análisis, sistematización de la información relacionada a las amenazas y vulnerabilidades a emergencias y/o desastres. Es un espacio activo las 24 horas del día durante los 365 días del año.
- **Área Técnica**, responsables de la preparación para la respuesta, generación de escenarios de riesgo, planes de Preparación y Respuesta a eventos, diseño e

²⁶ Estructura y funciones del Comité de Operaciones de Emergencia del DMQ y el Centro de Operaciones de Emergencia Metropolitano, área técnica, 2014.

implementación de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) frente amenazas naturales, soporte al monitoreo de eventos en coordinación con las instituciones técnico científicas y operaciones de respuesta a emergencia y/o desastre.

De acuerdo con la anterior definición del Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano, el SAT se genera desde un área técnica donde se coordinan acciones en base a los componentes: Conocimiento del Riesgo, Monitoreo y Vigilancia, Coordinación Interinstitucional, Comunicación y Respuesta. Pasos que se describen a continuación:

Primero, en la necesidad de conocer las amenazas y los potenciales daños en la consecuencia de un evento adverso, el **conocimiento del riesgo** es importante a la hora de prevenir, mitigar y responder. Esta actividad se realiza en el COE-Metropolitano a través de la recopilación de datos meteorológicos, evaluaciones y estudios en el Distrito Metropolitano de Quito. Esta tarea ayuda a identificar a la población vulnerable y los riesgos a los que se enfrentan.

La falta de herramientas que permitan determinar las áreas de riesgos provoca una carencia de atención en los sectores de la ciudad. Esto ocasiona que aún no se puedan definir los sitios específicos o un sistema de alerta puntual para generar alertas y alarmas de respuesta institucional rápida y efectiva.

Segundo, en la etapa de **monitoreo y vigilancia** se desarrollan pronósticos y escenarios en base a la información disponible por las instituciones científico-técnicos sobre datos de observación. En esta tarea se unen los instrumentos técnicos y recurso humano especializado que aporten de forma inmediata con análisis, estudios y productos informativos de las condiciones climáticas en el área técnica del COE-Metropolitano. Pero no es lo único. Estos primeros análisis se realizan con información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS). También existe personal especializado dentro del COE Metropolitano como geógrafos, meteorólogos y gestores técnicos de riesgo, quienes realizan un monitoreo con el apoyo de un personal de campo que es asignado por las Administraciones Zonales, Cuerpo de Bomberos de Quito, Policía Metropolitana, según sus competencias de intervención.

Tercero, ante la presencia de fuertes precipitaciones y las inundaciones que se prevén, el COE-Metropolitano a través de la sala de situación se encarga de **coordinar con las instituciones de respuesta**, de acuerdo a la magnitud del evento y la competencia de intervención: población, técnicos operativos, evaluadores de riesgo y tomadores de decisión.

Cuarto, en todo Sistema de Alerta, la **comunicación** es importante y debe estar de acuerdo con toda la información generada a través de los equipos científico-técnico, instituciones de respuesta y análisis de campo a través de operativos gestores de riesgo de la nueve administraciones zonales del DMQ, que es receptada y emitida a los tomadores de decisión de acuerdo con el nivel de emergencia. Pero aún existe la ineficacia de usos de los instrumentos de comunicación y falta de interés de los organismos de respuesta para la atención preventiva ante los pronósticos emitidos.

Quinto, finalmente, ante los planes de **preparación y respuesta** elaborados por el Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano se coordina interinstitucionalmente la atención de las emergencias. Para esto también se instalan Puestos de Mando Unificados (PMU) que ayudan en la recepción de información y coordinación en el lugar del evento.

Sin embargo, durante el nivel de coordinación, parecería que cada institución opera de forma reactiva y sin aplicación de planes o normas de actuación que estas generadas desde el COE Metropolitano. Esto se evidenció por ejemplo en el caso de las precipitaciones con caída de granizo que se registró el sábado 14 y domingo 15 de febrero del 2015, en las parroquias de La Magdalena, Ferroviaria, San Bartolo y La Argelia. De forma cronológica estas emergencias fueron reportadas y atendidas de la siguiente manera:

El día sábado 14 de febrero del 2015, a las 16:40 en el sector de la Quito-sur, calle Fernando Taller Oe4-H y Vicente Reyes, se reportó nueve viviendas inundadas y los techos corrían peligro de colapso. La emergencia fue asistida por el Cuerpo de Bomberos Quito y después fueron enviados los operativos de la Jefatura de Seguridad de Tumbaco.

A las 17:00 en el barrio Pedro Concha Torres (sector La Colmena), una vivienda de construcción mixta (techo de eternit y bloque), resultó afectada por la

acumulación de granizo, lo que causó el colapso de una parte del techo y la acumulación de agua en el interior del inmueble.

Al sitio de la emergencia avanzó Cuerpo de Bomberos de Quito, Policía Metropolitana y la Jefatura de Seguridad Eloy Alfaro y Quitumbe.

A las 17:11 en el sector El Recreo, calles Delfín Díaz y Delfín Treviño, dos viviendas resultaron afectadas por la acumulación de granizo en el techo, lo que causó la inundación y afectación de bienes inmuebles. Las personas que habitaban el inmueble fueron trasladadas a casa de familias acogientes.

A las 17:20 en la avenida Teniente Hugo Ortiz y las calles Cabo Iturralde, Hernando Prado y Baltazar Loaiza (sector La Magdalena), dos vehículos quedaron atrapados por la presencia de granizo en las vías, las cuales estuvieron inhabilitadas al tránsito vehicular.

En conclusión: En la mayoría de estas emergencias registradas en la ciudad los equipos de respuesta asistieron por cuenta propia y fuera de tiempo, evidenciando una falta de coordinación y reacción inmediata para la atención. En estas emergencias se necesitaba la presencia inmediata de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMOP), Cuerpo de Bomberos de Quito y Agencia Metropolitana de Tránsito, a la falta de estos equipos, varios vehículos fueron retirados del agua y la limpieza de las vías por la población.

De forma general, el Sistema de Alerta Temprana actual aplicado en el Distrito Metropolitano de Quito cuenta con la presencia de todas las instituciones de respuesta (las cuales se describen en el tema 3.4), pero no cuenta con procedimientos de actuación a nivel interinstitucional en base a escenarios de riesgo. Por otra parte, el flujo de información no está estandarizado, que permita activar tanto a las autoridades y organismos de respuesta. Esto hace que exista desconfianza ante las alertas que se emiten desde el COE Metropolitano. A su vez generan acciones aisladas (sin procesos acorde con la competencia) a nivel interinstitucional.

2.5 Matriz de Competencia Institucional para el Sistema de Alerta ante Inundaciones DMQ.

ANÁLISIS DE LA AMENAZA	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Operaciones de Emergencia COE-M • Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos • Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento - EPMAPS • Agencia Metropolitana de Transito AMT 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de barrios, vías urbanas, rurales, alcantarillados, canales de riego, susceptibles a inundaciones. • Actualizar mapa de vías de competencia de EPMMOP • Identificación de sectores donde se inunda por falta de mantenimiento en cunetas y cruces de vías • Identificar sectores donde se registran accidentes recurrentes en la temporada lluviosa. • Recurrencia de eventos (inundaciones), nivel de amenaza, acciones de reducción de riesgo. <p>DMGR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de zonas inundables
COMUNICACIÓN	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos • Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento - EPMAPS • Agencia Metropolitana de Transito AMT • Instituto Metropolitano de Patrimonio – IMP 	<p>EPMAPS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diagnóstico de las obras de prevención, mitigación de riesgos por inundaciones realizadas en el DMQ. • Programación de limpieza de sumideros y mantenimiento del sistema de alcantarillado. (cuanto se ha programado y cuanto se ha ejecutado) • Coordinar con contratista de cada zona para priorizar los tramos identificados como susceptibles. <p>DMGR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diagnóstico de las obras de prevención, mitigación de riesgos por inundaciones en el DMQ. • Establecer criterios de priorización para la construcción de obras de mitigación en el DMQ. • Lista priorizada de sectores que se necesitan obras de mitigación y lista de obras entregadas por EMSEGURIDAD.

	<p>EPMMOP:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación, mantenimiento y limpieza de cunetas. • Colocación de señalética de peligro en pasos deprimidos. • Colocación de señalética de peligro en sitios de alta susceptibilidad a inundaciones. <p>IMP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inversión realizada en prevención y mitigación de riesgos, en bienes patrimoniales.
CONTROL PREVENTIVO	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Agencia Metropolitana de Transito AMT • Administraciones Zonales del DMQ 	<p>AMC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación de actividades de control en base a los mapas de sectores susceptibles a inundaciones • Conformar equipo técnico base para intervenciones y si es necesario ampliar o contratar. • Elaboración de instructivo para sanciones por condiciones predisponentes para inundaciones <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de medidas sancionatorias para condiciones predisponentes para inundaciones. - Aplicación de sanciones por escombros en la vía - Operativos especiales de control de construcciones en taludes y puntos de acumulación de basura en barrios susceptibles. - Operativos especiales de control de construcciones por ocupación en fajas de protección de quebradas.
PREPARACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana • Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos • Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento – 	<p>DIRECCIÓN METROPOLITANA DE SEGURIDAD CIUDADANA (Comités de Seguridad)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campañas de Sensibilización • Mingas de limpieza de sumideros, cunetas en barrios, quebradas y espacio público. • Ejercicios de preparación con Comités de Seguridad con equipamiento para lluvia. • Conformación de Comités de Seguridad en barrios

<p>EPMAPS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresa Pública Metropolitana de Aseo - EMASEO • Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos - EMGIRS 	<p>susceptibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recorridos periódicos por sectores susceptibles a inundaciones.
COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría de Comunicación del DMQ • Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento – EPMAPS • Cuerpo de Bomberos del DMQ • Empresa Eléctrica Q 	<p>SECRETARIA DE COMUNICACIÓN DMQ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de mensajes a la población en manejo de basura, escombros, construcciones y medidas de autoprotección ante inundaciones. • Campaña de medios y redes sociales. <p>EPMAPS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campaña de prevención a través de plataforma SMS. • Imprimir mensajes en planillas de agua potable y luz eléctrica
MONITOREO Y ALERTA	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Operaciones de Emergencia COE-M • INAMHI • Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento – EPMAPS • Empresa Pública Metropolitana de Aseo - EMASEO • Agencia Metropolitana de Transito AMT • Policía Metropolitana • Empresa Pública 	<ul style="list-style-type: none"> • Pronostico diario de intensidad de precipitaciones. • Monitoreo de precipitaciones mediante el sistema Pluviométrico EPMAPS, pluviómetros Comunitarios y radar meteorológico del INAMHI. • Construcción de escenarios de riesgo por inundaciones. <p>VIGILANCIA INSTITUCIONAL</p> <p>ECU-911, CGM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Video vigilancia de barrios y vías susceptibles a inundación. <p>EPMAPS, EPMMOP, ADM. ZONALES, PM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia móvil con personal motorizado, vehículos, operativos zonales y cuadrillas.

Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos –EMGIRS • Administraciones Zonales del DMQ	VIGILANCIA COMUNITARIA <ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia ciudadana a través de la línea 911 • Vigilancia por parte de los Comités de Seguridad con el apoyo de Jefaturas Zonales de Seguridad.
PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos • Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento – EPMAPS • EMSEGURIDAD • Cuerpo de Bomberos del DMQ 	EPMAPS <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal de CBDMQ y de Policía Metropolitana sobre la intervención básica para limpieza de sumideros. • Capacitar al personal de EPMMOP, EMASEO, Policía Metropolitana, AMT, para la identificación de condiciones predisponentes para inundaciones EPMMOP <ul style="list-style-type: none"> • Conformar y capacitar cuadrillas de primera respuesta y de apoyo para inundaciones. (cuadrilla de emergencia las 24h los 365 días) que este activa. DMGR <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal de EPMMOP, EPMAPS, EMASEO, Policía Metropolitana, AMT, para la identificación de condiciones predisponentes para que se generen las inundaciones. • Preparación de albergues, identificar los que están funcionando, diseñar protocolo de activación en caso de requerir albergue. • Adquisición de equipamiento para los sitios seguros • Listado de sectores y tipo de acciones urgentes para la prevención de riesgos por inundaciones • Implementar acciones específicas para la prevención y respuesta para vías prioritarias y canales de riego EMSEGURIDAD <ul style="list-style-type: none"> • Programación para la implementación de acciones urgentes para la prevención de riesgos por inundaciones: Colocación de plásticos, apuntalamiento, etc. • Elaboración de plan de acciones urgentes para ayuda humanitaria.

SOPORTE LOGÍSTICO	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento – EPMAPS • Empresa Pública Metropolitana de Aseo – EMASEO • EMSEGURIDAD • Cuerpo de Bomberos del DMQ • Administraciones Zonales del DMQ 	<p>EPMAPS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de ganchos para limpieza de sumideros para personal de CBQ. • Adquisición de equipos de protección para lluvias para personal propio. <p>EPMMOP, EPMAPS, EMSEGURIDAD, EMASEO, CBDMQ, ADMINISTRACIONES ZONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimientos de equipos para respuesta ante inundaciones. • Actualizar diariamente la base de datos de los recursos disponibles en las consolas del ECU 911. • Adquisición de equipos de protección para lluvias para personal propio. <p>EMSEGURIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de equipos de protección para lluvias, para personal de las Jefaturas de Seguridad de las Administraciones Zonales.
RESPUESTA	
Integrantes:	Actividades:
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas - EPMMOP • Empresa Pública Metropolitana de Agua Potables y Saneamiento – EPMAPS • Cuerpo de Bomberos del DMQ • Agencia Metropolitana de Transito 	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema de respuesta para Inundaciones • Esquema para la activación y administración de albergues.

Fuente: Autor de tesis a partir de la información de COE Metropolitano.

CAPÍTULO III

APROXIMACIÓN AL RIESGO POR INUNDACIONES

3.1 Definición de amenaza y vulnerabilidad

La ocurrencia de amenazas naturales marca la vida en cualquier parte del mundo según las “condiciones de vulnerabilidad e insuficiente capacidad o medidas para reducir las consecuencias negativas y potenciales del riesgo”²⁷, catalogando esto como un posible desastre o catástrofe. Además, trae consigo enormes pérdidas tanto humanas como materiales que – en muchos casos si no han sido prevenidos– deben ser atendidos inmediatamente por los equipos de respuesta de un territorio.

Pero antes de hablar de un riesgo de desastre en cualquier tiempo y espacio indeterminado, debemos tener presente dos conceptos importantes que son: la amenaza y la vulnerabilidad.

El análisis de estos conceptos de la amenaza y vulnerabilidad permite entender la naturaleza de un riesgo, para establecer políticas y estrategias encaminadas a la prevención, mitigación, preparación y respuesta ante un evento adverso en un territorio definido.

Las amenazas se podrían clasificar en eventos por fenómenos naturales y antrópicos (resultado del proceso del ser humano y la afectación actual al medio ambiente), que podrían afectar en un determinado territorio. Estas pueden ser geológicos (sismos, erupciones volcánicas), meteorológicas (climáticos: sequías, huracanes), hidrológicas, ambientales o mixtos (inundaciones o deslizamientos), “biológicas e incluso sociopolíticas que, ya sea por sí solas o mediante complejas formas de interacción, pueden poner en peligro la vida de las personas y el desarrollo sostenible”²⁸. Esta gama de amenazas varían su impacto de acuerdo con el área geográfica, siendo unas regiones más vulnerables que otras.

²⁷Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, [En línea] Disponible en: <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>.

²⁸ Naciones Unidas, Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, 41.

Por otro lado, la vulnerabilidad es una situación que afecta a una o varias personas. “Casi todas las comunidades –sean urbanas o rurales– son vulnerables a las amenazas”²⁹, sin embargo esta aumenta o disminuye en la medida que se encuentran organizados y preparados para anticipar, enfrentar y resistir, lo que permitirá la resiliencia de la población ante un evento adverso. A esto acordamos que “la vulnerabilidad es una variable imprescindible para la reducción de los riesgos”³⁰. Es decir, en la medida que la sociedad o las instituciones se encuentren lo suficientemente preparadas para minimizar la exposición a una amenaza.

“La vulnerabilidad ya no es solamente el hecho de ser más o menos susceptible de sufrir daños, sino también el de estar en capacidad de generarlos, amplificarlos, darles características particulares, y su contrario es saber evitar los fenómenos destructores que la originan, o al menos anticiparlos, afrontarlos, resistirles, y recuperarse después de su ocurrencia”³¹.

3.1.1. Amenazas y vulnerabilidades en el DMQ

Según, los autores del libro ‘La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito’, Robert D’Ercole y Pascale Metzger, la vulnerabilidad se concentra en ciertos espacios esenciales que se ubican en un determinado territorio. Uno de estos sería la población (su reproductividad y crecimiento) y sus necesidades específicas de hábitat, que van de la mano con las actividades económicas- administrativas y manejo de la ciudad. A la vez, esta funciona con la logística urbana como infraestructura, abastecimiento de agua, energía eléctrica y construcción de edificaciones. Finalmente, se añade la infraestructura vial que permite el desplazamiento y accesibilidad de las personas.

Es así que la población e infraestructura se asienta sobre un territorio con ciertos rasgos físicos-naturales que representan un riesgo. Por lo tanto, los desastres no se dan simplemente por la presencia de un fenómeno natural sino también son provocadas por la transformación que ejerce el ser humano sobre el territorio.

²⁹ Naciones Unidas, Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres 42.

³⁰ ALMEIDA, Jairo: El sistema de agua potable del DMQ y sus escenarios de riesgo volcánico: Caso de volcanes Cotopaxi y Guagua Pichincha, Tesis, Universidad Católica del Ecuador, Quito 2003.

³¹ D’ERCOLE Robert y METZGER Páscale: La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, Imprenta Inkseption 2004, pág 6.

Un ejemplo se da en el “caso de inundaciones, cuando la cantidad, la velocidad y la trayectoria de los flujos se ven modificados por la ocupación y la impermeabilización del suelo”³². A estas inundaciones se suman las causas por relleno de quebradas y desfuegos naturales, taponamientos con basura de drenajes y falta de sistemas hidráulicos.

Por lo tanto las amenazas ya no tienen simplemente un origen natural sino también una causa humana. Se convierte la amenaza en sí mismo en un problema de vulnerabilidad para los habitantes, que en el caso de Quito, son variadas e inciertas, que pueden ir de acuerdo con un fenómeno hidroclicmático, morfoclimático y generados por el hombre. En el cuadro que se muestra a continuación describimos las amenazas de origen natural y antrópicas realizado a partir de la información obtenida en el Mapa de Amenazas Naturales del Municipio de Quito.

Eventos de origen natural

CATEGORIA	SUBCATEGORIA
Naturales Geodinámicas	Sismo
	Erupción volcánica (Caída de ceniza, lahares, flujos piro clásticos)
	Movimiento en masa (Deslizamiento, derrumbe, deslave)
	Hundimiento de tierra
Naturales oceanográficos	Tsunamis
	Marejada
	Aguaje
Naturales hidrológicos	Inundación
	Erosión de taludes, laderas y riveras de vías/ríos/quebradas/esteros
	Sequía
	Desertificación
	Sedimentación
Naturales atmosféricos	Vientos fuertes
	Lluvias intensas
	Tormenta eléctrica, descargas eléctricas
	Granizada
	Helada
	Niebla, neblina

Tabla No. 2 Amenazas de origen natural. **Fuente:** Datos obtenidos Geodatabase del Municipio del Distrito Metropolitanos de Quito.

³² D'ERCOLE Robert y METZGER Páscale: La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, 122

Eventos de origen antrópico

EVENTOS CATEGORIA	SUBCATEGORIA
Tecnológicos	Colapso estructural
	Accidente de tránsito
	Accidente aéreo
	Accidente minero
	Ruptura de represas
	Encallamiento de embarcación
	Fuga de Radioactividad
	Derrame de sustancias tóxicas o peligrosas
	Explosión
Contaminantes	Derrame o fugas de sustancias tóxicas o peligrosas
	Contenedores abandonados de sustancias tóxicas o peligrosas
	Intoxicación masiva
Sociales	Alerta de bomba
	Conmoción social
	Delincuencia
	Incendio forestal provocados
	Desaparición de personas

Tabla No. 3 Amenazas de origen natural. **Fuente:** Datos obtenidos del Municipio del Distrito Metropolitanos de Quito.

3.2 Análisis del riesgo por inundaciones en Quito

Las inundaciones frente a los factores de vulnerabilidad de la población representan un riesgo en la ciudad. Estas se producen dentro de lo que llamamos amenazas hidroclimáticas, teniendo como principal problema los fuertes aguaceros que se presentan en invierno y vienen acompañados a veces con granizo y tormentas eléctricas.

Específicamente sobre el volcán Pichincha se conocen 85 quebradas que bajan hasta la ciudad. De estas algunas ya han sido rellenadas y otras se integran a un sistema de drenajes y alcantarillas que se conectan con afluentes como el río Machángara. También, existen pendientes con inclinación de 30 a 60 grados. A esto, se suma que los materiales geológicos en el territorio se encuentran constituidos por un basamento rocoso de los denominados “volcánicos Pichincha (Lavas andesíticas, aglomerados y tobas), recubiertos de gruesas capas de ceniza volcánica ("Cangaguas") limo arenosas,

lapillis, etc, materiales todos ellos fácilmente erosionables”³³, que en momentos de fuertes lluvias bajan de las laderas provocando crecidas y cauces profundos.

Las inundaciones empeoran con el aumento de la población, que también ha crecido de una forma desordenada—. Solo en el DMQ se registran 300 barrios irregulares, a lo que se suma la falta de alcantarillado y otros servicios públicos, asentamientos en lugares de difícil acceso, construcciones clandestinas sin reglamentación y apertura de calles, lo que a su vez trae deforestación, daños de la flora y fauna silvestre, y problemas sanitarios por arrojar basura y escombros en quebradas. Estos hechos aumentan la vulnerabilidad de las personas en caso de una inundación por precipitaciones.

Solo en el caso de barrios legalizados que se registran en el Municipio, existen un total de 1.267 sectores barriales, de los cuales “existen 169 barrios se encuentran en zonas susceptibles a inundaciones (de estas 59 tienen un riesgo alto)”³⁴.

Sin embargo, la mayor parte del Distrito está expuesto a riesgos de inundaciones y otras amenazas producto de la intensidad de precipitaciones, como movimientos en masa, colapsos estructurales, asentamientos de suelo, cauces de ríos y quebradas, entre otras que implican riesgos a la vida y daños materiales. Muchas de estas emergencias, sobretudo en el área urbana, son provocadas por el hombre y su interacción con el espacio natural que ocupa y que han provocado el “taponamiento y rotura de sistemas de recolección de aguas lluvias y alcantarillado o colectores, relleno de los drenajes naturales que son las quebradas, impermeabilización de los suelos (lo que aumenta la cantidad y la velocidad del agua a evacuarse), tala de bosques, inadecuado uso de suelo, construcciones y asentamientos humanos cerca de las vertientes de agua y en las franjas de protección de cuencas hidrográficas, entre otras”³⁵.

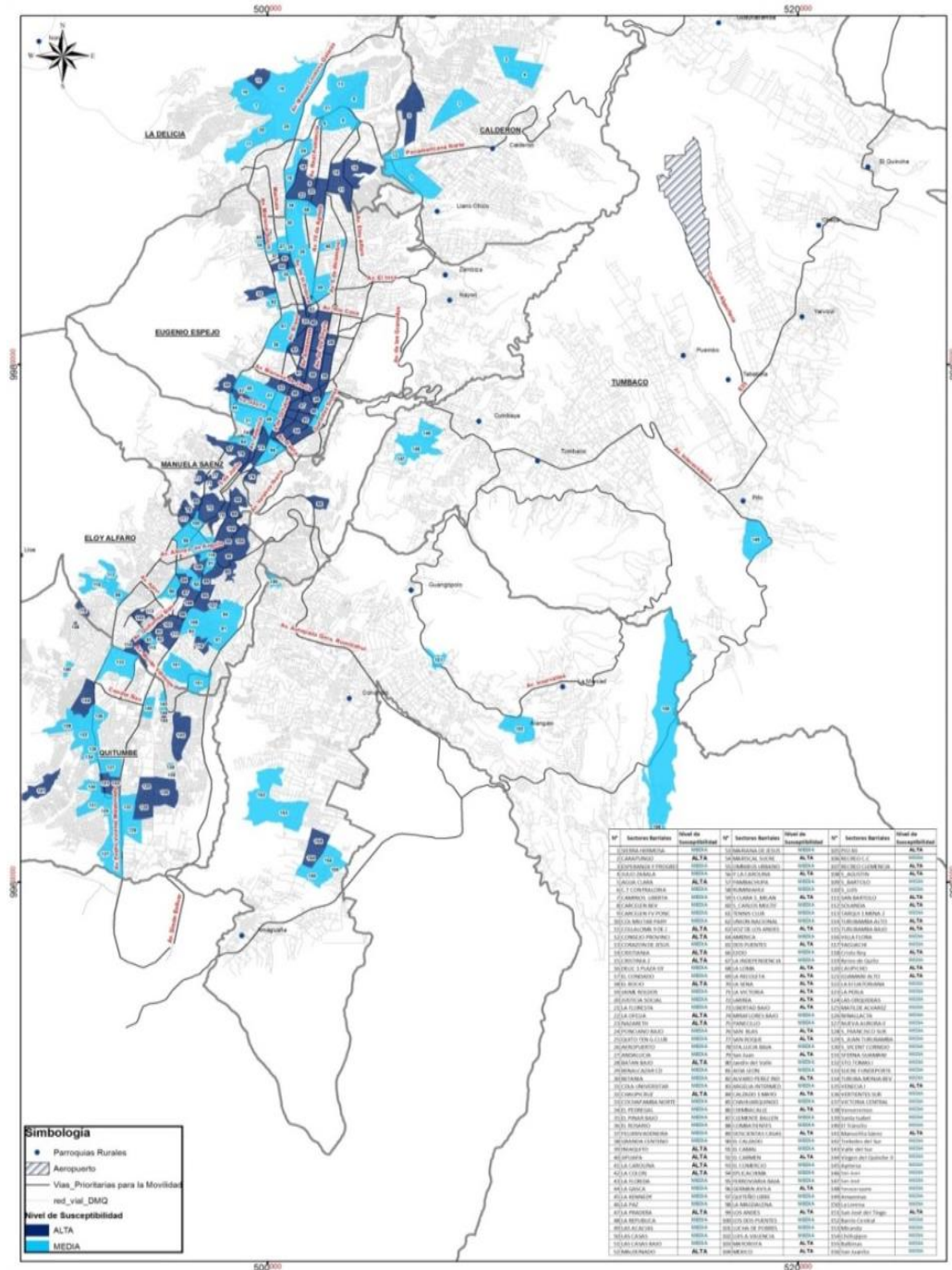
El mapa de susceptibilidad del Distrito Metropolitano de Quito identificó a más de 169 lugares vulnerables a media y alta susceptibilidad de inundaciones. De estos 103 barrios se encuentran con nivel de susceptibilidad media y 53 catalogados en un nivel alto. *Ver ANEXO 1: Barrios susceptibles a inundaciones D.M.Q., 2015*

³³ ZEVALLOS, Othón: Ocupación de Laderas; Incremento del Riesgo por degradación ambiental en Quito, Compilación de Artículos, La Red, Lima 1996. Pág 122.

³⁴ Datos obtenidos del Atlas de Amenazas naturales del Distrito Metropolitano de Quito, actualizado 2015.

³⁵ Zevallos, Ocupación de laderas: Incremento del Riesgo por degradación ambiental urbana en Quito, 67.

Mapa de susceptibilidad a inundaciones del Distrito Metropolitano de Quito



MAPA No 2. El Mapa obtenido del Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ muestra los barrios que estarían en riesgo en la ciudad. De estas existen 32 parroquias urbanas y 33 rurales, que posiblemente serían afectadas por inundaciones: Calderón, Comité del Pueblo, El Condado; Ponceano, Iñaquito, Rumipamba, Jipijapa, Mariscal Sucre, La Concepción y Belisario Quevedo al norte de la ciudad; La Libertad, San Juan y Centro Histórico en el centro de Quito; y Solanda, San Bartolo, Chimbacalle, La Ferroviaria, La Mena, Turubamba y la Ecuatoriana en el sur de la Urbe. **Fuente:** Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ

De acuerdo con las áreas de susceptibilidad en el sector sur correspondería desde la avenida Morán Valverde hasta El Panecillo, al centro, desde el Panecillo hasta la avenida Universitaria, y al norte de la ciudad, entre la avenida Universitaria y Carcelén.

Los suelos presentan inestabilidad debido a la presencia de quebradas que fueron rellenadas y pendientes que predominan en el sector. Este problema se presenta en el barrio Aída León y sus alrededores, un tramo de la avenida Libertador Simón Bolívar y el tramo del canal que conduce a la planta de tratamiento de Puengasí.

En la zona centro, los barrios de riegos son: El Placer, San Juan, El Tejar, América y una parte de Guápulo.

Mientras que en la zona norte, la inestabilidad del suelo se registra en Miraflores, Altamira, San José, Santa Anita, Bellavista, Santa Isabela, Mena del Hierro y Loma Hermosa.

Los barrios que se inundan con mayor frecuencia y son más propensos a inundaciones. En el sur están La Villaflora, El Recreo, San Bartolo, Ferroviaria Alta, Chaguarquingo, Chiriyacu, Alpahuasi, Pío XXI, Luluncoto, México, Chimbacalle, El Pintado, Atahualpa, La Magdalena, La León, Hermano Miguel, Los Dos Puentes y Santa Lucía.

En el centro son: San Sebastián, San Marcos, una pequeña parte de La Libertad, El Panecillo, La Tola, La Tola Baja, La Colmena, La Libertad, El Placer, Toctiuco, El Tejar, González Suárez, San Juan, América, El Ejido, San Blas, El Belén, Larrea y La Vicentina. En el norte están: La Floresta, gran parte de la avenida La Prensa, un tramo de la avenida Antonio José de Sucre (altura de San Carlos), Miraflores, una parte de la Floresta, Mariscal Sucre, Santa Clara, Simón Bolívar, La Gasca, Pambachupa, Las Casas, La Granja, Mariana de Jesús (altura de la 10 de Agosto), Rumipamba, Colón, El Inca y Carcelén.

Otros sectores en los que también se presentan inundaciones son: Marcopamba, El Pintado, Chimbacalle, Los Dos Puentes, La Colmena, La León, Libertad, Toctiuco, Toctiuco Alto, América, Miraflores, Pambachupa, La Gasca, Andalucía, San Carlos, Quito Norte, La Kennedy, Cotocollao, Corazón de Jesús y Carapungo.

3.3 Inundaciones por anegamiento por falta de capacidad hidráulica de los drenajes

Las inundaciones en el área urbana de la ciudad se producen de forma antrópica y en gran medida por la falta de drenajes y sistemas de alcantarillados lo que en momentos de lluvias causan el escurrimiento, acumulación de agua en las calles de zonas planas y bajas de la ciudad. Los daños pueden ocasionar pérdidas sociales, ambientales, económicas y físicas.

Pero, ¿podrían corresponder las inundaciones a la insuficiente capacidad de drenajes? El registro de la “Escuela de Geógrafos del Ecuador indica que los eventos por lluvia acaecidos desde 1900 a 1987, suman 457 emergencias. De estos 233 eventos son por inundaciones, 73 aluviones, 115 derrumbes y 36 hundimientos³⁶”.

En cambio desde el 2005 al 2015, “se registraron 753 eventos por inundaciones y vinculados a las lluvias se registran 817 movimientos en masa”³⁷. Estos incidentes también demuestran la debilidad de la capacidad de la población para prepararse y las acciones preventivas y de respuesta de las instituciones de socorro. En el cuadro de datos que se muestra el número de eventos atendidos por inundaciones en el DMQ, desde el años 2005 al 2015.

INUNDACIONES 2005 – 2015		
PERIODO DEL REGISTRO	ADMINISTRACIÓN ZONAL D.M.Q	NÚMERO DE EVENTOS
2005-2015	Calderón	58
	Eloy Alfaro	95
	Eugenio Espejo	132
	La Delicia	124
	Los Chillos	83
	Manuela Sáenz	87
	Quitumbe	78
	Tumbaco	60
	La Mariscal	3
TOTAL	D.M.Q	720

Tabla No 4. Número de eventos atendidos por inundaciones en el DMQ. **Fuente:** Geodatabase - Municipio de Quito – COE-Metropolitano

³⁶ D'ERCOLE Robert y METZGER Páscale: La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, 15.

³⁷ Datos obtenidos de la Sala Técnica del Centro de Operaciones de Emergencias del Municipio de Quito.

Específicamente en el 2014, según los datos entregados por el COE Metropolitano, se registraron 144 eventos importantes por inundaciones y 73 por movimientos en masa vinculados a las precipitaciones.

En el 2015, por lluvias fuertes se generaron 53 eventos importantes por inundación y 34 movimientos en masas. Datos del COE Metropolitano.

3.3.1 Anegamiento de drenajes naturales y artificiales en el DMQ

Aunque parecen ser muchas las obras que cada año la institucionalidad municipal ha realizado en diversos sitios para prevenir nuevas emergencias por inundaciones y otras amenazas vinculadas a las lluvias y crecidas de río, como deslizamientos de tierra, colapsos estructurales, accidentes de tránsito, aluviones, etc, el anegamiento sigue siendo una constante en diversas áreas del Distrito. Para esto se han realizado construcciones de puentes peatonales sobre quebradas, muros de contención, redes de alcantarillados y colectores de mayor capacidad.

El drenaje, según datos obtenidos con mayor claridad en wikipedia.org, se constituye en una red gravitacional que permite el desalojo de líquidos hacia una cuenca o se infiltra en el suelo para formar un canal fluvial. También facilita el escurrimiento y evita el almacenamiento del líquido en una zona particular³⁸. Este se presenta en la ciudad de dos maneras: uno natural, formado por las corrientes superficiales y subterráneas, y otro artificial, que son construidas por el hombre.

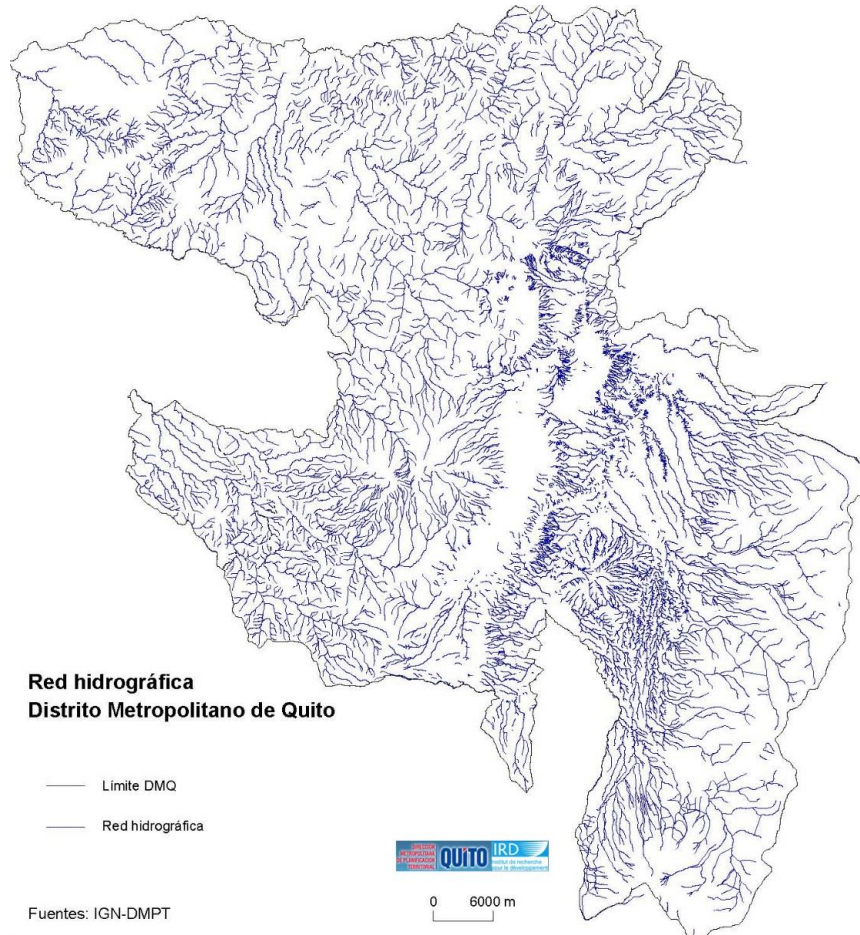
a. Drenaje Natural.- Son las quebradas un ejemplo de drenaje natural que tiene Quito. La naturaleza y características de los suelos existentes en un territorio marcan la conducción de las aguas superficiales y aun subterráneas.

A continuación se presenta la red de drenaje natural de conducción de agua, sedimento o contaminantes, formada por ríos, lagos, acequias, quebradas y flujos subterráneos del Distrito Metropolitano de Quito. Con datos obtenidos por la dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos, EPMAPS, Secretaría de Territorio, desde 1996 al 2002, se podrá notar que en el área ocupada por la ciudad de Quito no

³⁸ Estos datos son obtenidos de las páginas [En línea] <https://es.wikipedia.org/wiki/Drenaje>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Desag%C3%BCe>

existen rastros de antiguas quebradas. Algunas de las quebradas que existen en los datos históricos desde 1900 han sido rellenadas.

RED HIDROGRÁFICA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO



MAPA No. 3 Red Hidrográfica del Distrito Metropolitano de Quito. **Fuente:** Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda del Municipio de Quito.

El mapa muestra la red hidrográfica principal del Distrito Metropolitano de Quito. Se podrá notar que en el área ocupada por la ciudad de Quito no existen rastros de antiguas quebradas. Esto se debe a que dichas quebradas han sido rellenadas³⁹.

b. Drenaje Artificial.- Desde que se conoce como la ciudad de Quito, en 1534, su superficie alcanzaba los 2 km² (200 hectáreas), lo que actualmente se ha multiplicado varias veces el tamaño a 372, 39 km², muchas quebradas naturales que pasan por la ciudad han sido rellenadas y reemplazadas por alcantarillados y

³⁹ Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda del Municipio de Quito (Red Hidrográfica del DMQ), [En Línea] Disponible en http://sthv.quito.gob.ec/spirales/9_mapas_tematicos/9_1_cartografia_basica/9_1_6_1.html

colectores artificiales. Con esto también ha aumentado el crecimiento demográfico de la ciudad y toda una infraestructura. Tanto así, que actualmente “se aproxima a 600 kilómetros de colectores principales y 5.800 kilómetros de redes de alcantarillado sanitario que transportan las aguas lluvia y servidas”⁴⁰ hacia los drenajes mayores. Por otro lado, “la Empresa –EPMAPS– atiende a 63 quebradas en las cuales se han emplazado 72 estructuras de control; en descargas se estima que la red tiene 350 unidades; 74.250 estructuras de pozos; 90.480 sumideros y 164.728 accesorios”⁴¹.

En referencia a las quebradas, “estos son verdaderos barrancos con bordes agudos, que pueden alcanzar frecuentemente de 15 a 20 m de profundidad (...) En las pendientes del Pichincha (20 a 30 grados) y las del reverso de la grada tectónica (10 grados) al Este de la ciudad, las quebradas tienen cortes de diez a veinte metros”⁴². Muchas de estas quebradas cruzan de lado a lado la ciudad, algunas con un mínimo de tres metros de profundidad que al paso del crecimiento urbano han sido llenados por sedimentos.

De los años 1900 a 1980, según Peltre, autor del artículo Quebradas y Riesgos Naturales en Quito, estas quebradas desembocaban como desagües naturales en el río Machángara, y las quebradas El Batán al Este y Carcelén al Norte.

Algunas de estas quebradas y otros brazos menores que se derivan, han sido rellenados desde el periodo colonial como las quebradas Mano salvas y La Marín (estas descendían desde lo que hoy se conocen como El Tejar hasta llegar al sector de La Marín) y Jerusalén (que pasó a convertirse en la 24 de Mayo). Para los años 1930, se realizan rellenos de quebradas en la “Mariscal Sucre al norte, la Magdalena y Chimbacalle al sur del Panecillo. Luego, a partir de los años 50 se rellenaran progresivamente las grandes quebradas que bajan del Pichincha en los sectores de La Carolina y del –antiguo- aeropuerto al Norte”⁴³. Además de otras abruptas como

40 Los colectores, la columna vertebral de la ciudad subterránea, EPMAPS [En Línea] Disponible en <http://www.aguaquito.gob.ec/drenaje>

41 Plan de manejo y control de inundaciones y optimización del drenaje urbano, EPMAPS. [En Línea] Disponible en <http://bit.ly/1YmkHm0>

42 Peltre, Riesgos Naturales en Quito, 46.

43 Peltre, Riesgos Naturales en Quito, 47

El Colegio y Rumihurcu; en el Sur La Raya y de Los Chochos en el sector de La Delicia: Río Grande, entre otras.

Estos drenajes naturales, quebradas, ríos, acequias y afluentes internos, muchas veces reclaman su derecho de paso como desagües de agua lluvia, lo que al mezclarse con los sedimentos que produce la ciudad (basura, aguas servidas, rellenos) causan todavía inundaciones.

3.3.2 Conocimiento prospectivo del riesgo de inundaciones

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento ha realizado esfuerzos para el diagnóstico del riesgo de inundaciones del DMQ en el Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento por medio de la modelación hidráulica de la red de alcantarilla de la ciudad. Sin embargo, debido a lo complejo del sistema de alcantarillado existente, falta de levantamiento de ciertas zonas de la red y la falta de calibración del modelo, los resultados obtenidos no son los más óptimos y no pueden ser utilizados como una evaluación prospectiva de riesgo de inundaciones en el DMQ asociado a un determinado nivel de precipitaciones.

Al momento, la EPMAPS se encuentra en el proceso de construcción de un modelo hidráulico más acotado a una zona piloto, que permita estudiar y monitorear el comportamiento real de una parte de la red, identificando los coeficientes de calibración de los modelos y poder evaluar el riesgo a inundaciones asociados a precipitaciones con diferentes periodos de retorno, realizando chequeos de las velocidades y capacidades máximas en la red estudiada.

Sin embargo, los resultados de este trabajo de la EPMAPS están en desarrollo y no están disponibles por lo que no es posible delinear un escenario de inundaciones basado en modelos prospectivo de riesgo. Con el objetivo de delinear la susceptibilidad a inundaciones en Quito, se propone realizar un análisis retrospectivo del riesgo en base a registros de eventos pasados y corroborados con las observaciones históricas de los niveles de precipitación.

3.4. Descripción de eventos atendidos en el DMQ

En contexto, con las emergencias que se han producido en el DMQ a causa de las inundaciones y crecidas de ríos por fuertes precipitaciones, podemos mencionar algunos ejemplos que se han suscitado desde el año 2009 y que han sido catalogadas con un nivel alto de gravedad e involucra la vulnerabilidad de las personas.

En alguna medida esto demuestra la falta e ineficiencia de sumideros que generan conflictos de evacuación de la escorrentía, vinculado a los problemas que ya hemos descrito antes como la obstrucción por acumulación de sedimentos, escombros y basura que generan taponamientos en quebradas. Esta condición aumenta la posibilidad de inundación de las partes bajas y llanas de la ciudad.

3.4.1 Inundación en el barrio Rumihurco

La noche del domingo 11 de enero del 2009, un fuerte aguacero sorprendió a los moradores del barrio Rumihurco, quienes no esperaban una crecida en el caudal de desfogue de las quebradas Ortega, Cornejo y Monjas, en el sur de Quito. Alrededor de las 19:00 se produjo una avalancha de agua y lodo que atravesó un túnel construido hace más de 60 años por la comunidad y provocó la inundación de las calles Emilio Uzcategui y Joaquín Játiva, con la afectación de viviendas y 30 familias damnificadas.

Posteriormente se verificó a través de los técnicos de la Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), que el túnel de desfogue de la quebrada Monjas no fue realizado con un estudio técnico.



Imagen No. 1 Inundación barrió Rumihurco. **Fuente:** Diario El Universo

3.4.2 Inundación en el paso deprimido de la Y

En este lugar varias veces se han registrado emergencias casi todos los años; sin embargo, el sábado 16 de abril del 2011 sucedió algo diferente. Tras un intenso aguacero registrado en el sector de Quito Tennis, al centro-norte de Quito, se produjo el taponamiento de las quebradas Chimichaba y Caicedo en las faldas de Pichincha.

Esta obstrucción provocó un desbordamiento que arrastró gran cantidad de lodo, palos, ramas que tras pasar las avenidas Brasil, América y otras vías de esa zona, inundaron los cuatro carriles del paso deprimido del sector La “Y” donde quedaron atrapados dos vehículos del Sistema Trolebús⁴⁴.

Las lluvias cayeron por aproximadamente 45 minutos acompañados de relámpagos y granizo en toda la ciudad, pero en el sector del paso deprimido de la Y, a causa del taponamiento de las alcantarillas y desborde de las quebradas, lo que causó que el agua se acumulara por aproximadamente un metro y medio de altura. Provocó que varios vehículos quedaran atrapados, entre estos, dos buses del sistema Trolebús y 240 pasajeros fueron rescatados con botes salvavidas de los equipos de respuesta.



Imagen No. 2 Inundación en el paso deprimido de la Y. **Fuente:** Diario El Mercurio

3.4.3 Inundación en Caupicho

El 25 de marzo del 2013 en el sector de Caupicho, específicamente en la calle Leónidas Douglas, por taponamiento del colector en la quebrada de mismo nombre se llenó de agua lluvia, y desechos. Por esta causa resultaron diez viviendas afectadas.

⁴⁴Inundación en el paso deprimido de La "Y" fue provocada por aluvión, Prensa Quito, Prensa Quito. [En línea] Disponible en <http://www.noticiasquito.gob.ec>

Nuevamente el 11 de abril, en este sector se produjo el arrastre de basura y escombros hacia las rejillas del colector y el taponamiento de colector. Ese día se registró diez viviendas afectadas por una inundación de aproximadamente de 30 cm.

El 16 de abril se registró por tercera ocasión en el barrio Caupicho, el taponamiento de la estructura de captación en la quebrada, por lo que resultaron inundadas 11 viviendas. Pero nuevamente el 8 de mayo del 2013, ante las fuertes precipitaciones se produjo por cuarta vez la inundación en el mismo sector, lo que causó el desbordamiento del río hacia la vía pública y las viviendas del sector. Resultaron inundadas 3 viviendas y 7 patios de viviendas con lodo.



Imagen No. 3 Inundación en el sector de Caupicho. **Fuente:** EPMAPS

3.4.4 Inundación en el sector La Ofelia

El martes 23 de abril del 2013 en el sector de la Ofelia, aproximadamente a las 16:11, se suscitó una inundación en la vía por taponamiento de sumideros, que afectó a dos viviendas. Dos familias resultaron afectadas. Como parte de la inundación también fueron afectados dos vehículos, para lo cual personal de la EPMAPS se responsabilizó de los daños ocasionados.



Imagen No. 4 Inundación en el sector La Ofelia. **Fuente:** Administración Zonal La Delicia

3.4.5 Inundación por crecida del Río Coyago

El sábado 4 de mayo del 2013, se registraron lluvias que alcanzaron aproximadamente 30 mm en la zona del cerro Punta Loma, de acuerdo a los datos reportados por el INAMHI. Las fuertes precipitaciones registradas en las parroquias El Quinche y Guayllabamba, se produjo la crecida súbita del Río Coyago, inundando varios sectores en la cuenca, desde la quebrada Alpachaca (sector La Esperanza), quebrada Cascajo y río Coyago (sector Guayllabamba).

En la parroquia del Quinche, sector de La Esperanza, producto del ingreso de agua y lodo resultaron afectadas 2 viviendas, 9 familias con un total de 32 personas entre niños/as y adultos. En uno de los inmuebles, se registraron daños a electrométricos y enseres. Mediante una inspección aérea se pudo constatar que en la quebrada Santillán se ha producido un deslizamiento debido a la erosión producida por el agua caída sobre la zona. En la parroquia de Guayllabamba, resulto afectada una vivienda, de 1 familia conformada por 4 personas, así como sus enseres, por el ingreso de agua y sedimento, así como la infraestructura recreativa del predio. En cuanto a la productividad se pudo constatar mediante inspección aérea, la afectación de pequeñas áreas de cultivo a lo largo de las riberas del río Coyago. La mayor afectación se concentró en un predio dedicado a la piscicultura, donde resultaron afectadas 9 piscinas y un Spa (cría y pesca) calle 10 de Agosto, barrio San Lorenzo.



Imagen No. 5 Inundación por crecida del Río Coyago. **Fuente:** Sala de Situación de COE-M

3.4.6 Precipitaciones con tormentas eléctricas en Calderón, La Delicia y Tumbaco

Las continuas precipitaciones de los días sábado 20 y domingo 21 de septiembre del 2014 dejaron 8 familias afectadas, 12 viviendas dañadas y 9 vehículos atrapados en los barrios de Cotocollao, 23 de Junio, La Josefina, Pisulí, El Condado (La Unión, Marianitas y Zabala), La Roldos, La Pampa Dos, Norte de Quito, Carapungo y El

Arenal. Las causas se dieron porque el agua lluvia tuvo obstrucción en los sumideros, y basura en terrenos baldíos. Esto provocó que algunas viviendas existan acumulados de agua de hasta 65 cm de altura, y con esto que existan daños materiales.



Imagen No. 6 Precipitaciones en Calderón, La Delicia y Tumbaco. **Fuente:** COE-M

3.4.7 Inundación en El Vergel

Alrededor de las 14:00 del sábado, 25 de octubre de 2014, en el sector barrial El Vergel (parroquia Tababela) por las fuertes precipitaciones se produjo una inundación que dejó 10 viviendas dañadas y 4 familias afectadas con un total de 21 personas evacuadas a casas de familiares acogientes.

Las viviendas se inundaron con aproximadamente 10 cm de agua y lodo producto de las lluvias, afectando enseres, ropa y construcciones. Además, un poste de energía eléctrica colapsó y dejó sin servicio el sector El Vergel.



Imagen No. 7 Inundación en El Vergel. **Fuente:** Administración Zonal Tumbaco

3.4.8 Precipitaciones con tormentas eléctricas

El lunes 23 de febrero se registraron fuertes precipitaciones acompañadas de tormentas eléctricas en el Distrito Metropolitano de Quito, lo que provocó acumulación de agua en las vías, caída de árboles, deslizamientos de tierra y suspensión de energía eléctrica en varios sectores de la capital.

En consecuencia las estas vías que fueron cerradas: un carril de la Av. Interoceánica, entre Miravalle Dos y Tres, sentido Quito-Valle y un carril en el Km 42 de la vía Calacalí-La Independencia. Varios sectores sin fluido eléctrico como: Centro Histórico, Pifo, Papallacta, Buena Esperanza, Amaguaña, entre otros.



Imagen No. 8 Precipitaciones con tormentas eléctricas. **Fuente:** COE-Metropolitano

3.4.9. Precipitaciones con tormentas eléctricas en San Juan.

El lunes 23 de marzo del 2015 se registraron fuertes precipitaciones acompañadas de tormentas eléctricas en el Distrito Metropolitano de Quito, lo que provocó acumulación de agua en las vías, caída de árboles, entre otros.

Se reportaron vías afectadas por acumulación de agua lluvia en la av. Interoceánica, av. Mariscal Sucre y 24 de Mayo. Inundación de cinco viviendas en el sector La Granja en Tumbaco. No se registró daños materiales.



Imagen No. 9 Precipitaciones en San Juan, Tumbaco **Fuente:** COE-M - Inundación en el patio de viviendas, sector La Granja-Tumbaco.



Imagen No. 10 Precipitaciones en San Juan, Tumbaco **Fuente:** COE-M. Acumulación de agua en la vía, Av. Interoceánica

3.4.10 Precipitaciones con tormentas eléctricas Puengasí, Belisario Quevedo, Itchimbía, Conocoto

El martes 31 de marzo del 2015 se registraron fuertes precipitaciones acompañadas de tormentas eléctricas, lo que provocó deslizamientos de tierra, acumulación de agua en los Pasos deprimidos de la av. 12 de Octubre y Patria, los dos sentidos fueron cerrados hasta que personal del Municipio con apoyo de maquinaria evacuó el agua. En la av. América y Universitaria se produjo la acumulación de agua. Además se produjo la suspensión del fluido eléctrico en el sector de Puengasí y en un tramo de la Av. Simón Bolívar. En el sector de la Floresta caída de un árbol sobre dos vehículos: una buseta escolar y un Gran Vitara.

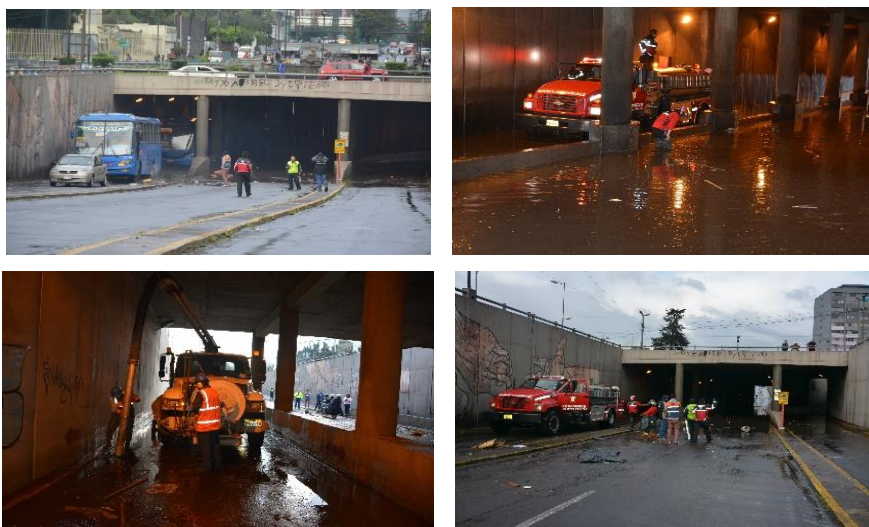


Imagen No. 11 Precipitaciones en Puengasí, Belisario Quevedo, Itchimbía. **Fuente:** COE-Metropolitano

3.4.11. Desbordamiento del Río Machángara

Producto de las fuertes lluvias el desbordamiento del Río Machángara (a la altura del puente de Venceremos 1, sector del Beaterio), arrastró un taxi de la Cooperativa Ecuataxi, de placas PBQ-2744, junto al conductor y tres pasajeros quienes fueron rescatados por la comunidad (una mujer y dos niños), mientras que el Sr. Luis Patricio Balladares de 42 años de edad, no pudo salir a tiempo y fue arrastrado por las fuertes lluvias que aumentaron el caudal del río.

Los equipos de socorro de la ciudad iniciaron la búsqueda de la persona desaparecida durante ocho días consecutivos. Finalmente el cuerpo del Sr. Balladares fue encontrado la tarde del viernes 24 de abril, aproximadamente a las 13:30, en la

represa de Manduriacu, en Nanegal, noroccidente del DMQ, el cuerpo habría recorrido 150 km desde la quebrada El Conde, sector de El Beaterio.



Imagen No. 12 Desbordamiento del Río Machángara. **Fuente:** Sala de Situación de COE-Metropolitano

En **conclusión, en torno al nivel de coordinación de emergencias ante descritas**, desde el año 2009 al 2015, las fuertes precipitaciones causaron en algunos sectores: Calados de agua mayor a 30 cm, desborde de aguas lluvias sobre calzadas por obstrucción y colapso de la red de alcantarillados, obstrucción de la estructura de captación, desbordes de cauces en ríos y quebradas Chimichaba, Machángara Alpachaca y Caicedo, suspensión de movilidad, vehículos atrapados, viviendas inundadas, daños materiales y pérdidas de vidas humanas. Estas emergencias han permitido observar a través de los distintos equipos de respuesta el nivel de coordinación y capacidad de respuesta. La mayoría de estos casos fueron atendidos de forma aislada y sin seguir los procedimientos acordados durante la etapa de preparación.

3.5 Análisis del escenario de impacto por inundaciones del 2005 al 2015

Ante la limitación de modelos prospectivos de riesgo ante inundaciones se realizó un analice retrospectivo para lo cual se analizan los eventos ya ocurridos. Sin embargo en principio se asume que la cantidad de eventos acumulados en 10 años no puede reflejar las mejoras del sistema de alcantarillado, dicho en otras palabras existe la posibilidad de que los eventos que ocurrieron en el 2005 no representen ningún riesgo en la actualidad, debido al desarrollo de infraestructuras de alcantarillados durante los últimos años.

Para abordar este proceso se dividió en dos periodos que comprende del 2005 al 2009 y del 2010 al 2015; de esta manera se realiza un análisis casuístico de los eventos de inundación. De acuerdo con la base de datos del Municipio de Quito sobre los

eventos por inundaciones que se registraron desde el 2005 hasta el 2015, se establecieron dos mapas que nos permiten identificar las incidencias. Estos mapas se desarrollaron mediante el método Kernel que nos permitirá conocer la densidad de ocurrencia de los eventos en un área determinada.

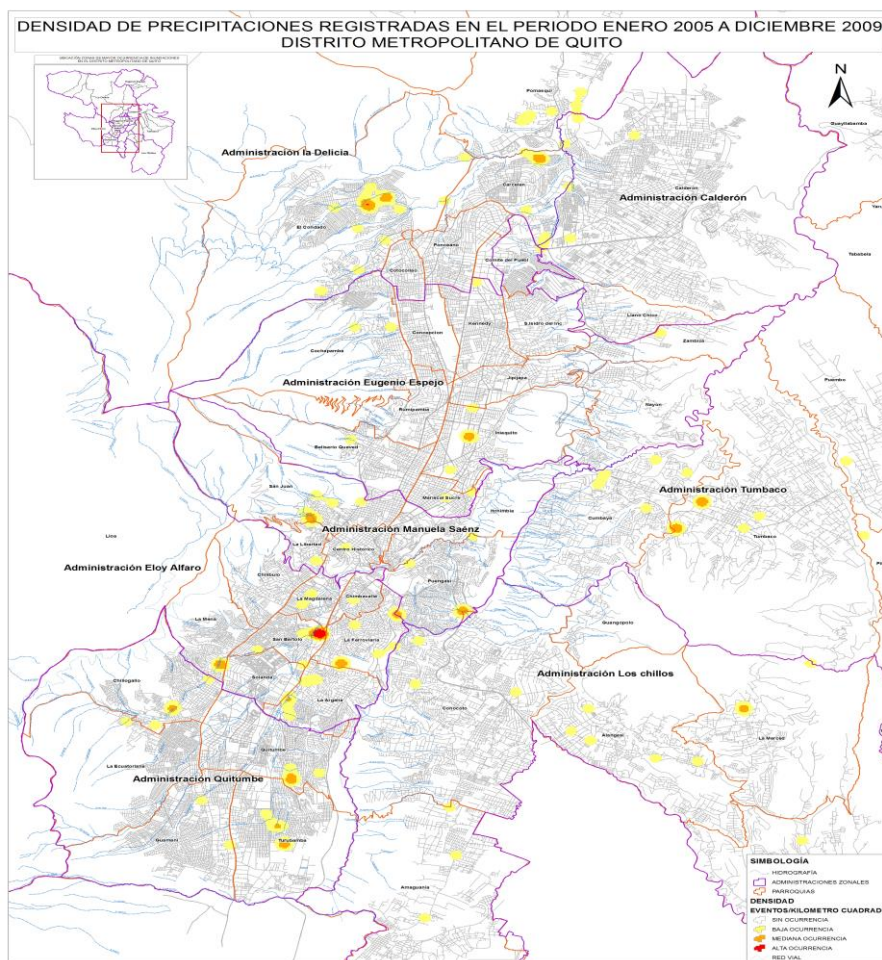
El método Kernel es una función de densidad usado de acuerdo con datos ponderables para generar mapas de análisis de impacto probable a partir del cálculo de las entidades u eventos marcados desde un punto lineal alrededor de cada celda ráster de información. “Un Kernel es una función de densidad. Si se coloca un Kernel en cada uno de los datos de la muestra, la suma ponderada de estas funciones también será una función de densidad de probabilidad. Esta suma es una función continua que suaviza el perfil de la distribución captando la influencia”⁴⁵.

El análisis de impacto a través de este método se debe ajustar a una superficie equivalente a una curva uniforme sobre cada punto establecido de análisis. En este caso sobre la base de eventos registrados por inundaciones dentro de un área permitirá establecer el análisis en un radio de búsqueda específica. Para determinar el escenario de impacto por inundaciones del 2005 al 2015, realizamos un análisis espacial en un área de 500 metros a partir del cual se ha establecido el nivel de recurrencia ante inundaciones mediante los colores amarillo, naranja y rojo, siendo el último color de mayor recurrencia. Esto, más adelante, permitirá conocer las zonas probables de mayor susceptibilidad a inundaciones en Quito y diseñar escenarios de recurrencia.

Según datos del COE Metropolitano desde el año 2005 al 2009 se registraron 121 eventos de inundaciones. De estas se presentaron en la Administración Calderón 6 eventos, Administración Eloy Alfaro (2), Administración Eugenio Espejo (11), Administración La Delicia (33), Administración Los Chillos (16), Manuela Sáenz (13), Administración Quitumbe (16) y Administración Tumbaco (24).

⁴⁵ Rodríguez, Luis: Construcción de Kernels y funciones densidad de probabilidad, Departamento de Matemáticas, ESPOL, 2014.

Gráfico de densidad de precipitaciones registradas en el periodo: enero 2005 a diciembre 2009.



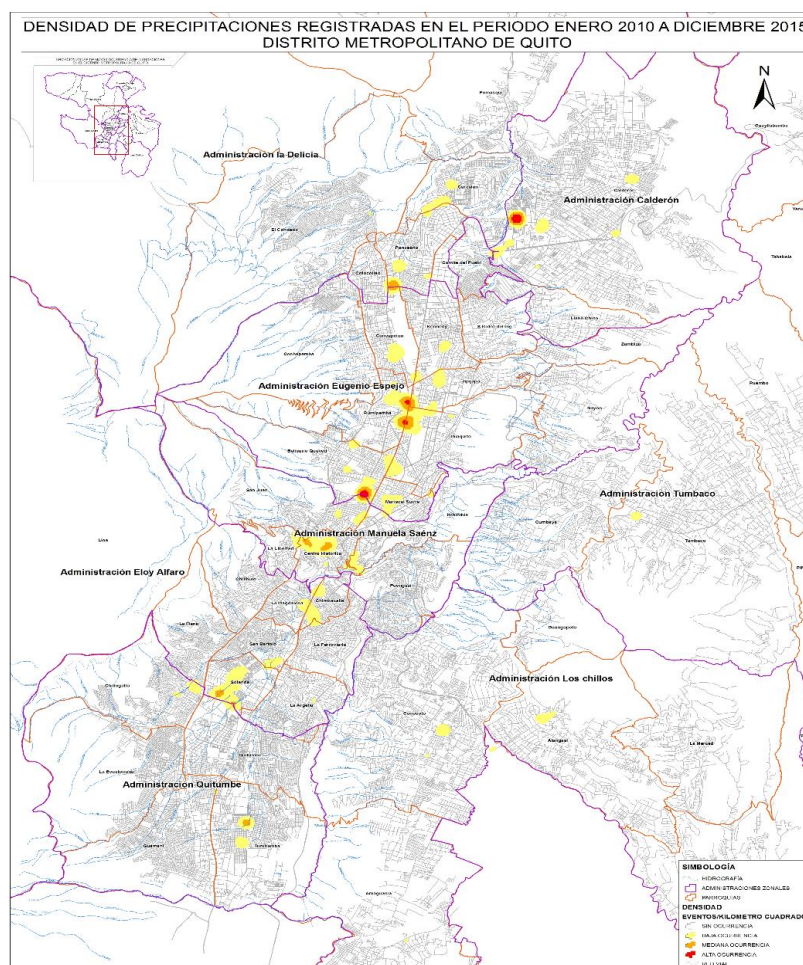
Mapa No. 4 Densidad de precipitaciones enero del 2005 a diciembre de 2009. **Fuente:** Elaborado por el autor a partir de la base de datos de COE Metropolitano.

De estos 121 eventos registrados en las nueve administraciones zonales describimos que, específicamente por la temporada invernal en los meses de marzo, abril, mayo y octubre (del 2005 al 2009), se registraron 88 inundaciones que fueron de mayor importancia y recurrente en las administraciones de La Delicia (30 casos), Tumbaco (17), Los Chillos (11), Manuela Sáenz (9), Eloy Alfaro (9), Quitumbe (7), Calderón (3) y Eugenio Espejo (2).

También realizamos un análisis del 2010 al 2015, y en esta dinámica de registro de incidentes, de acuerdo con reporte del COE Metropolitano, tenemos 599 eventos por inundaciones. Siendo los sectores más repetidos en las parroquias del norte y occidente de Quito: Calderón, Carapungo y Llano Chico. Manuela Sáenz: Itchimbia, Centro Histórico y San Juan. Eloy Alfaro: Solanda, La Ferroviaria, San Bartolo, Chimbacalle,

La Magdalena, La Ferroviaria y La Argelia, Quitumbe: Chillogallo, Quitumbe 1, Turubamba, La Ecuatoriana. Tumbaco: Puembo, Cumbayá, Tumbaco 1, Tababela. La Delicia: Carcelén, San Antonio, Ponceano, Condado, Cotocollao, Pomasqui, Carapungo. Los Chillos: Conocoto y Amaguaña. Eugenio Espejo: Belisario Quevedo, La Mariscal Dos, Comité de Pueblo, Iñaquito, Jipijapa, Rumipamba, La Concesión, Cochapamba, San Isidro del Inca, La Kennedy y Guayllabamba.

Gráfico de densidad de precipitaciones registradas en el periodo: enero 2010 a diciembre 2015.



Mapa No. 5 Densidad de precipitaciones de enero del 2010 a diciembre de 2015. **Fuente:** Autor de tesis a partir de la base de datos de COE Metropolitano.

De estos 599 eventos registrados en las nueve administraciones zonales especificamos que por la temporada invernal en los meses de marzo, abril, mayo y octubre del 2010 al 2015, se registraron 433 eventos que fueron de mayor importancia y recurrente, anotados en las administraciones zonales: La Delicia (80 casos), Tumbaco

(37), Los Chillos (41), Manuela Sáenz (47), Eloy Alfaro (56), Quitumbe (43), Calderón (33) y Eugenio Espejo (93), La Mariscal (3). [Estos datos se representan a continuación en la figura 3]

En el siguiente gráfico (lado izquierdo- figura 2) se muestra que la mayor recurrencia de eventos por inundaciones entre 2005 – 2009 se presentaron en el sector de La Delicia, al noroccidente de Quito. En cambio el análisis del 2010 al 2015, (gráfico derecho- figura 3) muestra que los sectores más recurrentes fueron en La Delicia, Eugenio Espejo, Quitumbe y Los Chillos; al sur, norte y occidente de Quito.

Un análisis más profundo y comparado entre los dos cuadros sugiere que el aumento de eventos por inundaciones entre 2010 a 2015 (que es de 599 inundaciones) se debe a que no solo se registraron inundaciones en el mes de abril, como único sector La Delicia (como es el caso 2005-2009), sino que en los años posteriores hacia el 2015 las inundaciones son periódicas en otros sectores como La Delicia, Eugenio Espejo , Eloy Alfaro, Quitumbe y Los Chillos y de forma progresiva desde los meses de marzo, abril, mayo y octubre; lo que indica que hay un aumento de registro de eventos por inundaciones.

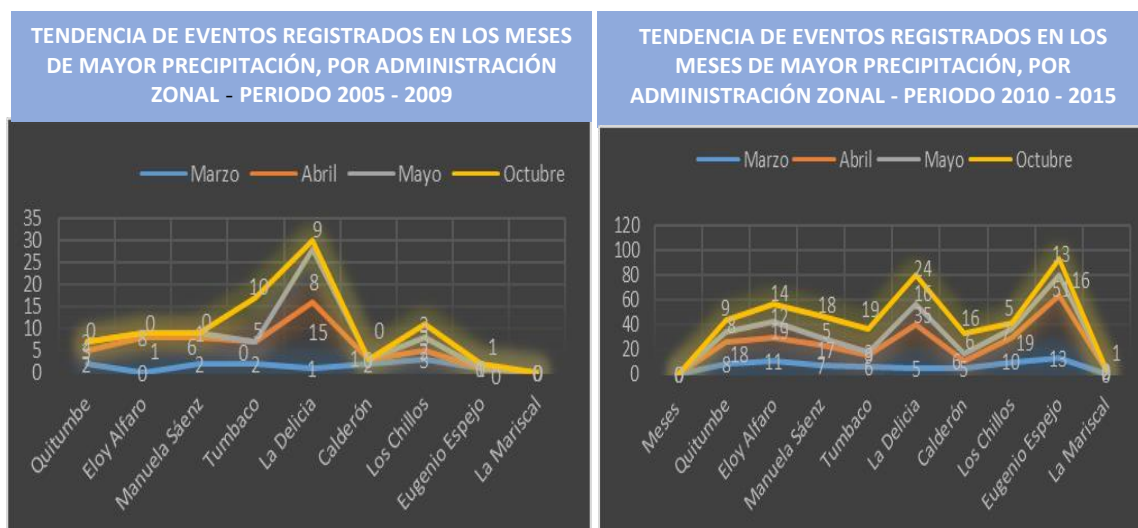


Figura No. 1 Tendencia de eventos registrados en los meses de mayor precipitación en el DMQ. **Fuente:** COE Metropolitano

Figura No. 2 Tendencia de eventos registrados en los meses de mayor precipitación. Periodo 2010 – 2015. **Fuente:** COE Metropolitano

Como se aprecia en la figura comprendido del año 2005 al 2009 no se registran mayores números de eventos por inundaciones, pero del año 2010 al 2015 existe un

incremento. Esto se debe a una mejora del sistema de reportes y registro de eventos implementados en las salas técnicas; también a la mayor impermeabilidad del suelo debido al crecimiento urbano y las construcciones.

Este incremento también se puede explicar con el factor de precipitaciones y acumulados de agua, según se muestra en la *figura No. 4*.

En las figuras que se detallan a continuación se observa que en el mes de marzo, entre los años 2005–2009, tenemos un máximo acumulado de precipitaciones que llegaron a un promedio alto de 120, 2 mm. Entre los años 2010–2015 el máximo de precipitaciones se registró en el mes abril con un nivel 117.1 mm. Sin embargo en estos últimos años se generaron más inundaciones.

En el mes de abril el promedio de precipitaciones sube de 117,1 mm entre los años 2010-2015 frente a 114,3 mm de abril de los años 2005 -2009. Los eventos de inundaciones de igual forma suben de un promedio de 15.5% –2005 -2009 a un 29.7 %, 2010-2015.

Para el mes de mayo en el año 2005 -2009 se presentaron precipitaciones que llegaron a 69,3 mm y 16 % de eventos por inundaciones frente a un 80.1 mm y 14,6% en los años 2010-2015.

Finalmente en el mes de octubre hubo un nivel de precipitaciones que alcanzó – entre el 2005 al 2009– de 64,1 mm y eventos un promedio 10% a diferencia del 2010 al 2015 que alcanzó un 75, 3 mm y con un nivel de promedio de eventos por inundaciones de 18,3 %.

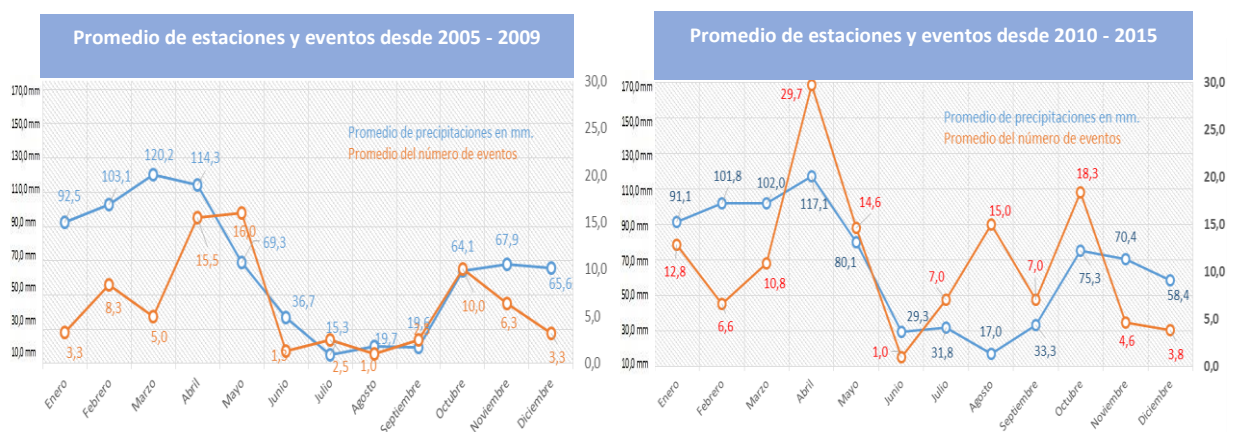


Figura No. 3. Nivel de precipitación. Periodo 2005 – 2009. **Fuente:** COE Metropolitano

Al realizar un registro general de precipitaciones y eventos por inundaciones que se han derivado en los años comprendidos de 2005 a 2015, tenemos que en el mes de abril se presentan mayores precipitaciones con un total de 116, 2 mm y eventos de inundaciones por un 24%. El mes de marzo, anterior al mes de abril, también presentó un nivel alto de precipitaciones de 110,7 mm y con un porcentaje de eventos de 8.2 %. Mientras que le sigue el mes de mayo con 75,3 mm, en referencia a los eventos registrados es 15.1 %, y octubre con 70,3 mm y 15%. En estos cuatro meses se muestra una época de fuerte lluvias por lo que en el próximo capítulo representarán los meses para la aplicación de escenarios de inundaciones e implementación de un diseño de sistema de alerta institucional. En la figura 5 se muestra los promedios de eventos y precipitaciones.

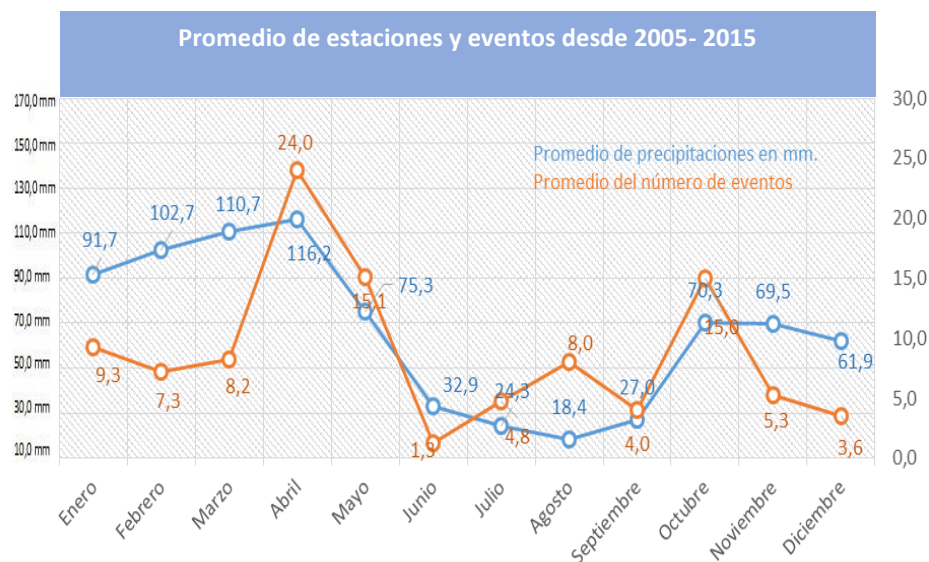


Figura No. 4. Nivel de precipitación. Periodo 2005–2015. **Fuente:** COE Metropolitano

En conclusión, según el promedio mensual de precipitaciones registradas en el DMQ, entre los periodos del 2005-2009 al 2010- 2015, muestra que el mes de abril es el periodo de mayor recurrencia de inundaciones por lluvias, seguido por el mes de mayo, octubre y marzo.

La siguiente figura de análisis del año 2005–2009 muestra que el mes de abril y mayo presentó un promedio mensual de eventos registrados que alcanzan el 16%, mientras que enero solo un 3%, febrero 8%, marzo 5 %, junio 1%, julio 3%, agosto 1%, septiembre 3%, octubre 10%, noviembre 6% y diciembre 3%. Para el año 2010-2015 el

mes de abril sigue siendo el mes con mayor promedio mensual de eventos registrados que alcanza 30% frente al 13% de enero, 7% febrero, 11% marzo, 15% mayo, junio 1%, julio 7%, 15% agosto, septiembre 7%, octubre 18%, 5% noviembre y 4 % en diciembre. En los meses del año 2005 – 2009 se registraron un total de 88 eventos recurrentes de inundaciones y 433 eventos en el periodo 2010-2015, como se describe en la figura 5.

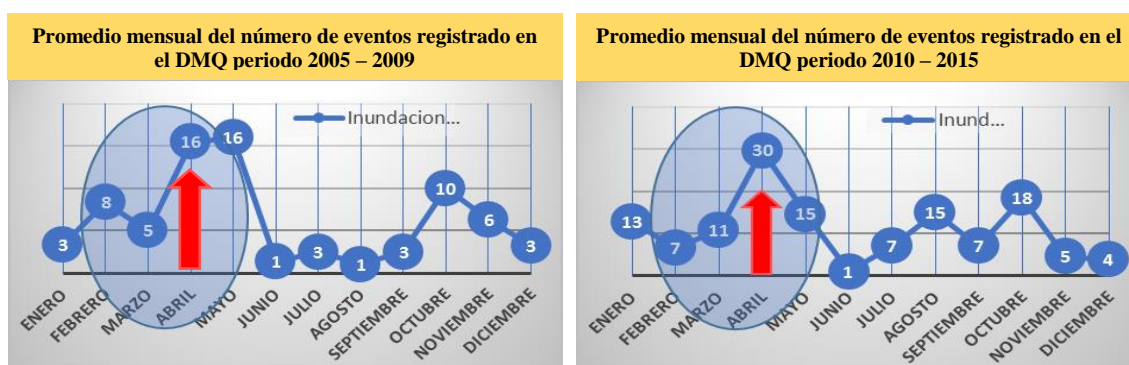


Figura No. 5. Promedio mensual de eventos por inundaciones del periodo 2005 – 2009 y 2010 -2015.
Fuente: COE Metropolitano.

Al realizar un promedio general por inundaciones derivado de los años comprendidos 2005-2015, tenemos que el mes de abril, representa el mayor porcentaje de eventos con un total 24%. Si tomamos en cuenta que en el año 2005–2009 se presentaron 121 eventos, de estos solo 88 eventos fueron importantes –específicamente en los meses de marzo, abril, mayo y octubre–, y que en el año 2010–2015 fueron 599, y de allí 433 eventos importantes, lo cual da un total de 599 casos de inundaciones en la ciudad en todos los años comprendidos para este estudio 2005 – 2015. En la figura 6 se muestra el porcentaje de mayor acumulación en el mes de abril frente a los demás meses de los años analizados.

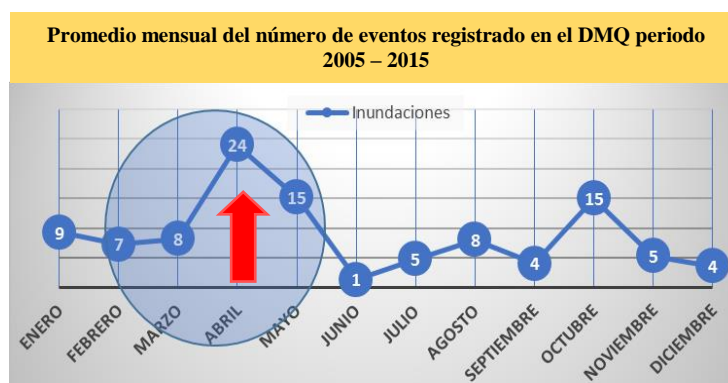


Figura No. 6. Promedio mensual de eventos por inundaciones en el periodo 2005-2015 **Fuente:** COE Metropolitano

Los eventos por inundaciones que se detallan en las figuras 2, 3, 4 y 5 muestran que los años del 2005 al 2009 no registraron mayores números de eventos por inundaciones, alcanzando los 121 casos, pero en el año 2010- 2015 hay un incremento significativo de 599. De estos eventos 88 casos de inundaciones fueron de mayor importancia en el 2005-2009 y de 433 eventos importantes entre 2010 a 2015. Lo que da un total de 599 emergencias reportadas y atendidas en el DMQ.

Estas emergencias sucedieron en un tiempo específico en los meses de marzo, abril, mayo y octubre que alcanzó entre los años 2005 al 2015 un promedio general de 24 % de todas las lluvias generadas. Esta información permitirá establecer los antecedentes para el escenario y diseño de un sistema de alerta integral institucional en el DMQ para los próximos años.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL SISTEMA DE ALERTA INTEGRAN A NIVEL INSTITUCIONAL

4.1 Delimitación del área de mayor recurrencia a inundaciones

La metodología para el diseño de un Sistema de Alerta Institucional requiere antes de una delimitación del área de mayor recurrencia a inundaciones en sectores puntuales que se encuentran distribuidos en Quito. Además, requiere de un mapa de información acorde con las áreas identificadas como susceptibles que deben ser consideradas durante el diseño del sistema.

Para esto es necesario presentar un escenario que involucre todas estas complejidades de afectación y susceptibilidad que se detallan a continuación.

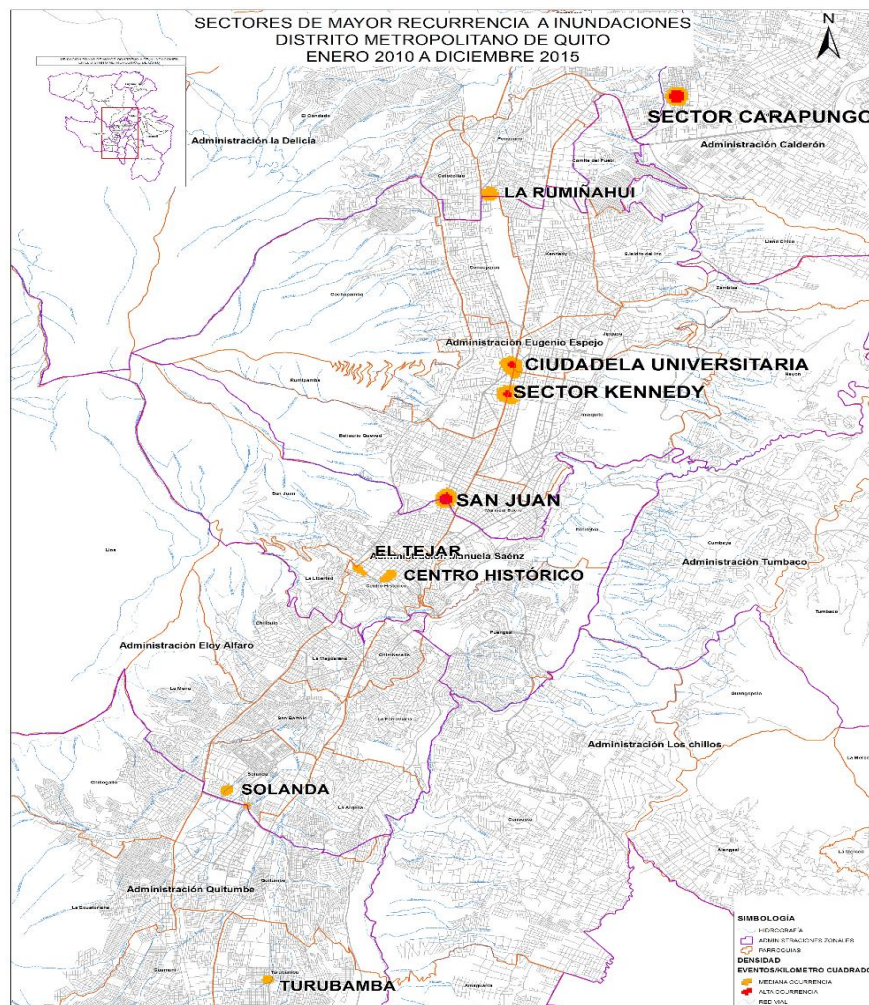
Las lluvias se pueden presentar con una frecuencia irregular en toda la ciudad; siendo su principal característica las precipitaciones intensas en períodos muy cortos de tiempo, sobre todo en los meses de marzo, abril, mayo y octubre. Tomando en cuenta que los datos promedios de las estaciones en los años 2010 al 2015, específicamente en el mes de abril, se registró 117.1 mm, este fenómeno haría que las capacidades de conducción de agua lluvia por el sistema de alcantarillado, drenajes y la absorción del suelos sea sobrepasada, generando inundaciones en las partes bajas y planas.

En base a este tipo de precipitaciones se puede esperar emergencias en lugares focalizados, pero simultáneas en varios sectores susceptibles, con los siguientes impactos:

- Población afectada directa asociada a las zonas de inundaciones.
- Población afectada indirecta; en especial cuando existe daños que restrinjan la movilidad local, en algún caso hasta zonal o distrital.
- Requerimiento de asistencia multidisciplinaria para la atención de la emergencia.

A continuación se presenta un mapa de densidad de ocurrencia por inundaciones en Quito, con afectación en cuatro puntos importantes. Siendo estos los sectores de Carapungo, Ciudadela Universitaria, La Kennedy y San Juan, de acuerdo con el análisis del escenario de inundaciones del 2005 al 2015. En el mapa se considera la información registrada en la base de datos del Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano,

donde detalla los niveles de riesgo mediante símbolos establecidos en la imagen según la recurrencia de los eventos generados.



Mapa No 6. Sectores de mayor de recurrencia a inundaciones en el DMQ. En las próximas temporadas, según la imagen de escenario se consideraría zonas susceptibles a inundaciones en los sectores barriales de La Kennedy, San Juan, Ciudadela Universitaria y Carapungo. En estos puntos críticos se establecería un sistema de alerta institucional. **Fuente:** Autor de tesis a partir de la base de datos de COE Metropolitano.

4.2. Inundación: Evento principal para el escenario

Acorde con el escenario dado se pueden esperar daños, en base a la fuerza de las precipitaciones y de su localización, inundaciones en vías y viviendas de los barrios identificados como: La Kennedy, San Juan, Ciudadela Universitaria y Carapungo. En estas zonas de influencia se presentarían personas evacuadas, problemas de movilidad, corte de servicios básicos, daños en infraestructura, saneamiento, problemas con sedimentos y una debilidad en la respuesta al evento.

4.2.1 Escenario para las áreas de mayor recurrencia ante potenciales inundaciones

Para el planteamiento del escenario se considera que el evento se presenta en un día de semana laboral a las 16h00 entre los meses de marzo, abril, mayo y octubre, en un año comprendido entre 2017 a 2018. En este periodo de acuerdo con el análisis de las estaciones meteorológicas del INAMHI, EPMAPS y la Secretaría del Ambiente del DMQ se presenta con mayor incremento los promedios de precipitación de 117.1 mm (tomando como dato el mes de abril del periodo 2010-2015 donde se registró la mayor acumulación de agua) y que afectarían a los sectores de la Ciudadela Universitaria y La Kennedy (Administración zonal Eugenio Espejo), Carapungo (Administración Zonal Calderón), y San Juan (Administración zonal Manuela Sáenz). Hay que considerar que el escenario puede ser modificado de acuerdo con las acciones de prevención y mitigación que se generen en estas zonas consideradas en la propuesta.

En el siguiente cuadro se realiza la descripción de los sectores y sus variables ubicadas en las zonas de influencia.

Sector: Emplazamiento territorial de afectaciones	
Variable: Distribución espacial de las afectaciones. Ubicación espacial de las principales afectaciones en el escenario	
Lugar	Escenario
DMQ	De acuerdo con los análisis entre el 2005 al 2015 establecen los sectores de mayor recurrencia a inundaciones; con estos antecedentes históricos se establecen las siguientes zonas: San Juan (Centro de Quito), Carapungo (Occidente), La Universitaria (centro- norte) y La Kennedy (Norte).

Escenario No. 1 Distribución espacial de las afectaciones. **Fuente:** Autor con datos obtenidos del INEC

Sector: Población de las zonas de mayor recurrencia			
Variable: Movimiento poblacional en el desastre - Descripción: Cantidad de población afectada por efectos directos.			
Administración Zonal Calderón	Administración Zonal Manuela Sáenz	Administración Zonal Eugenio Espejo	
Sector Carapungo	Sector San Juan	Sector La Kennedy	Sector Ciudadela Universitaria
De las 600 personas que habitan en Carapungo, se vieron afectadas: 10 viviendas. Afectación de enseres Daños en las estructuras. Daños en las tuberías de agua, que dejaron sin líquido a la población. Se reportan 2 personas heridas.	De las 297 personas que habitan en San Juan, se vieron afectadas: 5 viviendas. Afectación de enseres y daños en las estructuras Daños en las tuberías de agua, que dejaron sin líquido a la población. Se reportan 3 personas heridas.	De las 443 personas que habitan en La Kennedy, se vieron afectados: 7 viviendas. Afectación de enseres. Daños en las tuberías de agua que dejaron sin líquido a la población. Se reportan 2 personas heridas.	De las 1635 personas que habitan en los alrededores de la Ciudadela Universitaria, se vieron afectados directa e indirectamente: 4 viviendas Afectación de enseres y daños en las edificaciones. Daños en las tuberías de agua que dejaron sin líquido a la población. Se reportan 4 personas heridas.

Escenario No. 2 Movimiento poblacional en el desastre. **Fuente:** Autor con datos obtenidos del INEC

Sector: Población de las zonas que fueron movilizadas			
Variable: Movimiento poblacional en el desastre - Descripción: Cantidad de población afectada que se movilizará como estrategia de seguridad durante el evento.			
Administración Zonal Calderón	Administración Zonal Manuela Sáenz	Administración Zonal Eugenio Espejo	
Sector Carapungo	Sector San Juan	Sector La Kennedy	Sector Ciudadela Universitaria
La mayoría de familias han realizado la limpieza	La mayoría de familias han realizado la limpieza	La mayoría de familias han realizado la limpieza	Se reportan las vías y pasos deprimidos sector

del agua-lodo dentro de sus viviendas. 10 familias posiblemente deben salir a un albergue o familias acogientes. Se registra una fuerte congestión vehicular. No hay luz en el sector. Se solicitan tres camiones a la Policía Metropolitana para el traslado de bienes.	del agua-lodo dentro de sus viviendas. 5 familias deben salir a un albergue. Se registra una fuerte congestión vehicular que no permite salir a la población afectada hacia los albergues. Se solicitan dos camiones a la Policía Metropolitana para el traslado de bienes.	del agua-lodo dentro de sus viviendas. 7 familias deben salir a un albergue. Se registra una fuerte congestión vehicular que no permite salir a la población afectada hacia los albergues. Se solicitan dos camiones a la Policía Metropolitana para el traslado de bienes. No hay luz en el sector.	centro-norte inundados. Varias viviendas inundadas con daños a enseres. 4 Familias salen a un albergue. Se registra una fuerte congestión vehicular.
--	--	--	--

Escenario No. 3 Cantidad de población afectada que se movilizará como estrategia de seguridad durante el evento.

Fuente: Datos del autor

Sector: Organización para la respuesta	
Variable: Nivel de coordinación con instituciones vinculadas al evento. Descripción: Actores de respuesta al evento.	
Sector	Escenario
Instituciones metropolitanas de respuesta	Se activa el Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano en la que están presentes todas la autoridades del Municipio de Quito; EPMAPS, EPMOP, AMT, Cuerpo de Bomberos Quito, Policía Metropolitana, Empresa Eléctrica Quito, EMSEGURIDAD, EMASEO, DMGR y Administraciones Zonales.

Escenario No. 4 Nivel de coordinación con instituciones vinculadas al evento. Actores de respuesta al evento. **Fuente:** Datos del autor

Sector: Movilidad			
Variable: Afectación en la movilidad vehicular. Descripción: Limitaciones en el desplazamiento de la población producto de las intensas lluvias.			
Administración Zonal Calderón	Administración Zonal Manuela Sáenz	Administración Zonal Eugenio Espejo	
Sector Carapungo:	Sector San Juan:	Sector La	Sector Ciudadela

Se registró una fuerte congestión en la Panamericana Norte, debido a los rezagos de una fuerte lluvia, misma que provocó una inundación en el nuevo intercambiador de Carapungo y calles aledañas.	Hay problemas de estancamiento de agua en el sector de Miraflores, a la salida del túnel de San Juan. En otros lugares se registran cierres de vías.	Kennedy: El agua cubrió el parterre y las veredas de las vías a un calado de 30 cm. Existe gran congestión vehicular en ambos sentidos de la vía.	Universitaria: El paso deprimido (ambos sentidos de la vía), están inundados por acumulación de agua que impide el tráfico vehicular. Existe un calado de agua de 50 cm. Av. América y av. Universitaria.
--	--	--	---

Escenario No. 5 Afectación en la movilidad vehicular. **Fuente:** Datos del autor

Sector: Saneamiento	
Variable: Colectores y sumideros afectados por sedimentos y acumulación de agua. Descripción: No existe escurrimiento y desfogue de agua lluvia	
Colectores	Alcantarillado
Los colectores se encuentran taponados por sedimentos de tierra, piedra y basura residual.	Se encuentran saturados de agua y desfogan hacia las calles, avenidas y viviendas localizadas en el sector.

Escenario No. 6 Colectores y sumideros afectados por sedimentos y acumulación de agua. **Fuente:** Datos del autor

Sector: Coordinación y Logística	
Variable: Activación del Comité de Operaciones de Emergencias. Descripción: Toma de decisiones para la recuperación	
Sector	Escenario
COE Metropolitano	<p>Se integra el COE institucional en la que integran el Alcalde de Quito, Comandantes del CBQ, Policía Metropolitana, Gerentes de EPMMOP, EPMAFS, Agencia Metropolitana de Tránsito, Empresa Eléctrica Quito, EMASEO, EMSEGURIDAD. Otras empresas metropolitanas se van integrando de acuerdo con el comportamiento del evento.</p> <p>La coordinación se enfoca en la atención de las personas afectadas y la evacuación poblacional.</p> <p>EPMMOP acude con hidrosuccionadores.</p> <p>Acuden equipos para la evaluación del evento de la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos, Centro de Operaciones de</p>

	<p>Emergencia y Administraciones Zonales.</p> <p>Avanzan ambulancias y autobombas del Cuerpo de Bomberos de Quito en apoyo de personas afectadas y desfogue del agua.</p> <p>AMT realiza el cierre de vías que conducen al paso deprimido de la avenida América y Universitaria y en los sectores viales que conducen a las zonas más susceptibles a inundación. Se busca evitar la congestión vehicular.</p> <p>EMSEGURDAD: Asistencia humanitaria para las personas afectadas.</p> <p>Policía Metropolitana: Activación de albergues y traslado de familias afectadas.</p> <p>Empresa Eléctrica Quito: rehabilitación del servicio de energía eléctrica en las zonas afectadas.</p>
--	---

Escenario No. 7 Activación del Comité de Operaciones de Emergencias. **Fuente:** Datos del autor

Sector: Asistencia humanitaria	
Variable: Activación del albergues y fondos de emergencias. Descripción: Ayuda a los afectados	
Sector	Escenario
Instituciones de asistencia humanitaria del DMQ	<p>Se activan los albergues de los Comandos Zonales de la Policía Metropolitana para recibir a las familias afectadas.</p> <p>A través de EP Emseguridad se activan los fondos de emergencias y ayuda humanitaria para asistir a los afectados con Kits de vestimenta, alimentos, aseo y posible reposición de enseres.</p>

Escenario No. 8 Asistencia humanitaria. **Fuente:** Datos del autor.

4.3 Filosofía del Sistema de Alerta Integral a nivel Institucional

El objetivo de diseñar un Sistema de Alerta Institucional ante inundaciones en el Municipio de Quito se enfoca en brindar una mejor atención a la población para reducir la posibilidad de pérdidas de vidas humanas, materiales, ambientales y económicas. Por ello es importante la coordinación con los organismos técnico-científicos y de respuesta, que permitan acciones eficientes, eficaces y oportunas durante una emergencia y/o desastre.

4.4 Componentes del Sistema de Alerta Integral a Nivel Institucional

El Sistema de Alerta Integral es una estructura organizada a nivel interinstitucional que permite su operativización en base al conocimiento del riesgo, servicio de monitoreo, vigilancia y alerta, coordinación institucional, difusión, comunicación de alertas y la respuesta. Estos componentes permiten actuar a las autoridades e instituciones en caso de ocurrir una inundación. Para el desarrollo y diseño de la propuesta se basará en una metodología de análisis según el esquema que se detalla a continuación:

COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALERTA INTEGRAL A NIVEL INSTITUCIONAL



Ilustración No. 2 Componentes del sistema de alerta integral. **Fuente:** Elaborado por el autor.

4.4.1 Conocimiento del riesgo ante lluvias intensas (amenazas y vulnerabilidades)

Se trata de una base científica que permitirá establecer escenarios, lo que esto a su vez indica la aproximación a la amenaza (magnitud, frecuencia, intensidad), las condiciones de vulnerabilidad (social, económica, física y ambiental) y el grado de exposición al riesgo de una determinada zona o sector susceptible a inundaciones.

Objetivo: Identificar la amenaza, vulnerabilidad y el grado de exposición de un sector al riesgo.	
Responsable: Las actividades desarrollara la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos en coordinación con el Centro de Operaciones de Emergencia	
INSTITUCIÓN	ACCIONES
DMGR y COE-M (Área técnica)	<ul style="list-style-type: none">• Contar con base de datos de las instituciones encargadas del análisis de las condiciones meteorológicas del DMQ.• Obtener datos históricos de niveles de precipitación, temperatura y humedad del DMQ.• Contar con datos demográficos y medios de vida de las zonas propensas a inundaciones.• Disponer de información de los elementos esenciales existentes en las zonas propensas a inundaciones.• Contar con bases de datos históricos de eventos ocurridos en el DMQ.• Establecer escenarios de riesgos ante inundaciones.• Obtener datos de obras de prevención, mitigación ejecutadas y planificadas

Tabla No 5. Conocimiento del riesgo. Fuente: Elaborado por el autor.

4.4.2 Servicios de Monitoreo, Vigilancia y Alerta

El Monitoreo y Vigilancia de las condiciones atmosféricas, manifestación y evolución de las predicciones climáticas permiten elaborar alertas precisas y oportunas. Para esto se utilizan equipos e instrumentos que permitan observar, predecir y establecer modelos conceptuales de sectores vulnerables.

4.4.2.1 Monitoreo de las condiciones climáticas:

Consiste en el análisis de información diaria de las variables meteorológicas para el DMQ, y el análisis de las lecturas de las precipitaciones acumuladas durante las últimas 24 horas, semanas, meses y años durante la temporada invernal.

En esta etapa tenemos tres instituciones encargadas de proveer de información al COE-Metropolitano:

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI): Es la institución responsable de analizar las condiciones meteorológicas a nivel del país. Realiza la difusión de pronósticos de las condiciones climáticas mediante comunicación de radio frecuencia e informes vía mail que son generados dos veces al día. Además, cuenta con información en línea que emite nivel de precipitaciones de forma directa a través de los tres radares meteorológicos instalados en el Distrito.

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS): Encargados de enviar información sobre las condiciones climáticas del DMQ en base a las 22 estaciones pluviométricas instaladas en la ciudad. También se cuenta con información de las estaciones pluviométricas integradas a la red telemétrica de las estaciones de EPMAPS que nos da un reporte de acumulados. Esta información se encuentra disponible en el línea e informes vía mail que son generados varias veces durante el día.

Secretaría de Medio Ambiente: Se cuenta con información sobre las condiciones climáticas según las estaciones climáticas que poseen. Este análisis de monitoreo es provisto a través de internet e informes vía mail que son generados durante el día.

Otras herramientas de información climatológica se pueden encontrar en línea y medios de información que permiten conocer datos sobre las imágenes satelitales.

Objetivo: Evaluar las variables meteorológicas que permiten determinar las condiciones climáticas y el nivel de intensidad de las precipitaciones en el DMQ.	
Responsable: El área técnica del COE-M en coordinación con las instituciones responsables del monitoreo de las condiciones climáticas	
INSTITUCIÓN	ACCIONES
INAMHI	<ul style="list-style-type: none">• Pronóstico actual del tiempo para el DMQ.• Predicciones meteorológicas a diferentes escalas de tiempo en el DMQ.• Intensidad de precipitaciones mediante radares meteorológicos instalados en el DMQ.• Boletines de precipitaciones y eventos extremos para el

	DMQ.
EPMAPS	<p>Boletín con el pronóstico de lluvias para el DMQ que muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo Atmosférico de Predicción WRF - Weather Research and Forecasting • Predicción de la Precipitación Acumulada • Red de Estaciones Telemétricas de la EPMAPS • Predicción Espacial de la Precipitación para el Distrito Metropolitano de Quito • Imagen del canal infrarrojo proveniente del satélite GOES
Secretaría de Medio Ambiente DMQ.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de predicción de precipitaciones del DMQ.
COE-M (Área técnica)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de información de las condiciones climáticas emitidas por el INAMHI, EPMAPS y Secretaría de Medio Ambiente DMQ. • Monitoreo de las estaciones pluviométricas integradas de la red de telemétrica de la EPMAPS. • Monitoreo de la red de radares meteorológicos del DMQ. • Monitoreo de imágenes satelitales de las condiciones climáticas • De acuerdo con los modelos de lluvias emitidos por la EPMAPS, se puede identificar los sitios con posible presencia de lluvias (Mapa de posible precipitación en el DMQ).

Tabla No 5. Monitoreo de las condiciones climáticas. **Fuente:** Elaborado por el autor.

4.4.2.2 Vigilancia de las zonas susceptibles

Engloba todas las actividades de vigilancia de sectores susceptibles a inundaciones para la detección temprana y control de incidentes o emergencias, con el fin de evitar en lo posible la ocurrencia de los mismos.

Objetivo: Detectar y alertar sobre la presencia de condiciones predisponentes para la ocurrencia de inundaciones en sectores susceptibles del DMQ.

Responsable: La sala de situación en coordinación con las empresas municipales

INSTITUCIÓN	ACCIONES
AMT	<ul style="list-style-type: none"> • Video-vigilancia de barrios y vías susceptibles a inundación. • Vigilancia de pasos deprimidos del DMQ.
CBQ	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia ciudadana a través de la línea ECU 911.

PMQ	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia móvil con personal motorizado, vehicular
EPMAPS	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia de los sistemas de alcantarillado con cuadrillas de emergencia establecidos en diferentes sectores de la ciudad.
Jefaturas de Seguridad de las Administraciones zonales	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia de las zonales susceptibles a inundaciones
COE-M (Área Técnica)	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de escenarios de riesgo de posibles zonas de inundación

Tabla No 6. Vigilancia de las zonas susceptibles. **Fuente:** Elaborado por el autor.

4.4.2.3 Niveles de alerta

Los niveles de alerta son medidas relacionados con el monitoreo de las condiciones climáticas y la vigilancia de la zonas susceptibles a riesgos. El monitoreo permite establecer los niveles de alerta acorde con los colores blanco, amarillo, naranja y rojo, dependiendo el nivel de riesgo.

Objetivo: Generar niveles de alerta ante las condiciones climáticas y niveles de vulnerabilidad existentes en la población del Distrito.	
Responsable: El área técnica, sala de situación del COE Metropolitano en coordinación con el INAMHI.	
INSTITUCIÓN	ACCIONES
COE METROPOLITAN, INAMHI	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer parámetros ante el evento adverso que permitan establecer los niveles de alertas. • De acuerdo con las condiciones climáticas y las zonas más susceptibles se establecerán las alertas. • Los niveles de alerta generados serán enviados a la sala de situación del COE Metropolitano para su difusión e información.

Tabla No 7. Niveles de alerta. **Fuente:** Elaborado por el autor.

En el siguiente cuadro se establecen las acciones a seguir en base a los colores establecidos, determinando así los daños potenciales, nivel y tipo de alerta que se debe declarar y emitir. Cada uno de los cuatro colores tiene un significado y acciones diferentes, las cuales se detallan a continuación.

Niveles de alerta ante Inundaciones

<p>BLANCA</p> <p>La amenaza está identificada y en monitoreo. El fenómeno de origen natural o antrópico ha provocado daños y pérdidas en el pasado, y es probable que un fenómeno similar vuelva a producir daños.</p>	<p>INSTITUCIONAL: la institución técnico científica (INAMHI) proporciona información periódica y comparación de datos históricos. PLANES: elaboración/actualización de planes de contingencia. ACTUALIZACIÓN de líneas base, mapas de capacidades, cadenas de llamadas. SIMULACIONES / SIMULACROS: se ejecuta simulaciones para preparar la coordinación de la respuesta y se realiza simulacros con la población de las zonas expuestas</p>
<p>AMARILLA</p> <p>El monitoreo muestra que la amenaza se intensifica. Se alistan los preparativos para una respuesta mayor.</p>	<p>INSTITUCIONAL: los operativos zonales se reúnen con sus comisiones locales. PLANES: se activan los procedimientos del Plan de prevención y respuesta ante inundaciones, planes de contingencia de las instituciones en función de la evolución del evento. AVISO: se anuncia a la población sobre la evolución del fenómeno. AUTOPROTECCIÓN: se dispone la restricción de acceso a sitios de mayor peligro y se difunden medidas de autoprotección. ALISTAMIENTO DE ALBERGUES: se completan los preparativos de equipamiento de los albergues.</p>
<p>NARANJA</p> <p>El monitoreo muestra que la amenaza se intensifica o que se alcanzan los niveles de factores predisponentes mínimos detonantes de eventos o mayores. Se declara la situación de emergencia y se activan estrategias de respuesta.</p>	<p>INSTITUCIONAL: Se activa a las Administraciones Zonales, las instituciones de socorro se activan en modo de respuesta, es decir se ubican o se predisponen estratégicamente. MONITOREO: El área técnica monitoreo y proporcionan información regular, indicando la evolución del evento. PLANES: todos los planes se encuentran funcionando (planes de las administraciones zonales y del DMQ). AVISO: La Sala de Situación emite boletines periódicos. MOVILIZACIÓN DE LA POBLACIÓN: Se realiza la evacuación de la zona de mayor peligro, por los operativos de las administraciones zonales</p>
<p>ROJA</p> <p>Se monitorean los impactos y el manejo de la emergencia. Se implementan los planes que correspondan.</p>	<p>INSTITUCIONAL: El COE-M se mantiene en sesión permanentemente. Las instituciones de socorro y de rehabilitación tienen prioridad operativa máxima. Se solicita apoyo a entidades de gobierno central. MONITOREO: Las instancias de ciencia y monitoreo proporcionan información regular, indicando la evolución del fenómeno. AVISO: Se establece vocerías oficiales. La Secretaria de Comunicación emite boletines periódicos. PLANES: Se implementan los planes que correspondan en función de los sucesos. Operan los equipos EDAN.</p>

Ilustración No. 3 Niveles de alerta ante inundaciones (blanca, amarillo naranja y roja), **Fuente:** elaborado por el autor de la tesis con datos del COE Metropolitano.

La mejor forma de determinar las intensidades de precipitación a través de promedios diarios de acumulados de lluvias que se producen en la ciudad. Para esto, se encuentran asignados los valores por milímetros, de 0 a 20 mm mínimo, para la

notificación de alertas y monitoreo in situ. Es decir, en base a la cantidad de agua que ha caído, se determinan los niveles de alerta en una zona que deben ser comunicadas y monitoreadas ante la evolución de un posible evento. Esta herramienta es determinada para el análisis de las estaciones Meteorológicas de la EPMAPS que brinda la información en tiempo real.

Parámetros para determinar intensidades de precipitación.

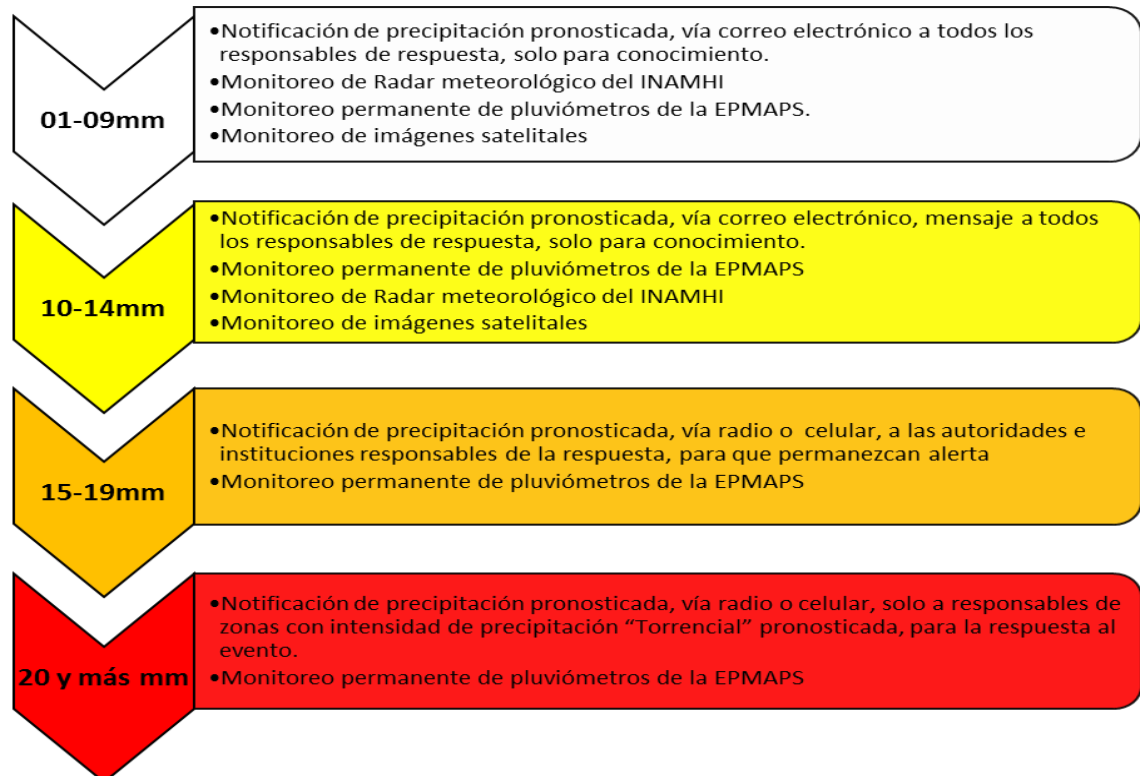


Ilustración No. 4. Parámetros para determinar intensidades de precipitación.
Fuente: Comité de Operaciones de Emergencias.

4.4.3 Coordinación interinstitucional

Las empresas municipales organizadas y capacitadas constituyen el equipo interinstitucional de repuesta mediante el Comité de Operación de Emergencia, que en caso de presentarse un evento son los encargados de coordinar las acciones de respuesta, de forma organizada y estructurada, empleando todos los recursos humanos y materiales necesarios para controlar las mismas o, en su defecto, activar los protocolos de asistencia externa cuando la magnitud del evento sobrepase la capacidad de acción.

4.4.3.1 Procesos de coordinación

Al ser el Centro de Operaciones de Emergencia un organismo conformado por instituciones municipales y técnico-científicas; es el puesto de mando y coordinación donde las autoridades del DMQ dirigen y coordinan las acciones requeridas para la toma de decisiones y preparación de la respuesta ante el evento adverso.

Objetivo: Coordinar las acciones de preparación y respuesta frente a una emergencia.	
Responsables: Comité de Operaciones de Emergencias.	
INSTITUCIÓN	ACCIONES
Comité de Operaciones de Emergencias Metropolitana	<ul style="list-style-type: none">• Coordinar y supervisar permanentemente el desarrollo de las operaciones.• Determinar las necesidades y solicitar recursos adicionales para la atención del evento.• Monitorear la evolución de los acontecimientos e identificar aquellas situaciones que exigen acciones de control por parte de las autoridades presentes en el Comité.• Analizar, identificar y mantener un inventario actualizado de los recursos locales y seguimientos sobre su movilización y uso.• Generar información para la toma de decisiones internas.• Evaluar la implementación del Plan de Emergencia a nivel institucional.• Ejecutar herramientas de soporte operativo y planes de contingencia, protocolos, mapa de riesgos y capacidades.• Planificación y definición participativa de los protocolos de preparación y respuesta a nivel interinstitucional ante inundaciones.• Establecer requerimientos para la activación el puesto de mando unificado en los sectores afectados.• Establecer acciones de respuestas apropiadas en base a su competencia• Establecer los pasos a seguir en las zonas de intervención, asignación de recursos, entidades responsables, usuarios y beneficiarios de las acciones de respuesta.

Tabla No 8. Procesos de coordinación. **Fuente:** Elaborado por el autor.

4.4.4. Difusión y comunicación de alertas

La comunicación permite a las autoridades e instituciones operativas su activación y toma de decisiones para la respuesta. Aquí las fuentes de información técnica y científicas adecuadas ayudan en las tareas difusión de los niveles de alerta, acciones prevención y autoprotección para reducir los efectos que pudieran devenir de la ocurrencia de inundaciones. Estas se comunican en distintos modos, formas y espacios; escritos, gráficos, auditivos y audiovisuales, que facilitan a las personas a actuar y decidir oportunamente frente a una amenaza.

4.4.4.1. Eficacia de la comunicación

Una comunicación eficaz se produce cuando el mensaje es comprensible, manteniendo datos confiables para los receptores, y que llegue de forma oportuna para la toma de decisiones. Conlleva un adecuado uso del lenguaje así como de las herramientas de emisión que se disponga (frecuencia radial, mensajes de texto, mails, boletines y medios de comunicación externos).

Objetivo: Promover una forma de comunicación que permita el manejo adecuado de la información durante la prevención y atención de inundaciones.	
Responsable: Voceros oficiales del COE Metropolitano.	
INSTITUCIÓN	ACCIONES
COE Metropolitano	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar informes de eventos reales ocurridos en el DMQ.• Preparación de boletines informativos oficiales ante una emergencia.• Difusión de los niveles de alerta mediante la frecuencia de radio con las cuenta las instituciones responsables de la respuesta.• Establecer contactos con los medios de comunicación que lleve información a la población.

Tabla No 9. Eficacia de la comunicación. **Fuente:** Elaborado por el autor.

Para la notificación de un evento primero se debe comprender con exactitud el alcance de emitir una alarma frente al riesgo que se presenta. Frente a esto se debe considerar los "Niveles de Eventos", que se detallan en la siguiente tabla, en donde se debe considerar desde el **Nivel 2** para la elaboración de informes urgentes.

Para la notificación de un evento primero se debe comprender con exactitud el alcance de emitir una alarma frente al riesgo que se presenta. Frente a esto se debe considerar los "Niveles de Eventos", que se detallan en la siguiente tabla.

FACTORES A CONSIDERAR		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Calado		Calado igual o menor a la altura de bordillo (15 cm).	Calado entre 16 cm y 30 cm.	Calado mayor a 30 cm.
Cusas	Red de Agua Potable	Rotura de hidrante Rotura de red secundaria	Rotura de tubería matriz	Rotura de tubería de conducción Rotura de tanques de almacenamiento
	Red de Alcantarillado y otros	Obstrucción o falta de sumideros Obstrucción o colapso de conexiones domiciliarias. Obstrucción o colapso del sistema interno de alcantarillado en viviendas	Insuficiencia hidráulica manifestada en pozos de revisión y conexiones domiciliarias. Obstrucción o colapso de redes. Desborde de canales o acequias de riego.	Desborde de aguas lluvias sobre la calzada por obstrucción o colapso de la red matriz. Obstrucción de la estructura de captación en quebradas. Obstrucción o desborde de ríos o quebradas.
Afectaciones a la movilidad		No restringe ni suspende la movilidad.	Restringe la movilidad.	Suspende la movilidad.
Daños a viviendas o edificaciones no esenciales		No se registra viviendas ni edificaciones no esenciales afectadas	Se registra de 1 a 3 viviendas o edificaciones no esenciales afectadas	Se registra más de 3 viviendas o edificaciones no esenciales afectadas
Afectaciones a personas		No se registra personas afectadas	Se registran de 1 a 5 personas afectadas	Se registran más de 5 personas afectadas.
Daños a edificaciones esenciales		No se registra edificaciones esenciales afectadas	Se registra 1 edificación esencial afectada	Se registra más de 1 edificación esencial afectada

Tabla No. 10 Niveles de inundaciones. **Fuente:** Área técnica del COE Metropolitano.

Los informes de notificación se elaboran en el área situacional del COE Metropolitano, donde se lleva un control detallado de la situación real de los niveles de alerta y los parámetros de intensidad de precipitaciones que en un momento dado pueden desencadenar en una emergencia. Los mensajes de alerta son cortos y comprensibles, contestando a las siguientes preguntas de comunicación social ¿Qué? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Por qué? y ¿cómo se responde ante la emergencia?

El tipo de información se realiza a través de:

- Informe preliminar, seguimiento y cierre: Se redacta de acuerdo a la información de la situación real, dirección exacta, descripción del evento, instituciones de respuesta y recursos despachados para la atención de la emergencia
- Informe especiales de situación de las emergencias.
- Eventos registrados por precipitaciones
- Difusión de alertas a nivel de autoridades y organismos de respuesta, y a la población a través de medios de comunicación externos y redes sociales.

La comunicación de alertas sobre la evolución de eventos por lluvias también se realiza de forma preventiva a través de simulacros y capacitaciones a nivel de autoridades y organismos de respuesta.

4.4.4.2. Medios de Comunicación

Al mejorar la relación con los **Medios de comunicación** situados dentro del área de influencia y gestión, permitirá que la difusión de medidas de prevención y acciones de respuesta institucional durante una emergencia ayuden a generar información relacionada con los niveles de alerta y atención del evento; de esta forma buscamos perfeccionar la percepción de la ciudadanía antes, durante y después de un evento adverso. Teniendo en cuenta lo anterior, buscamos que la emisión de información sea multidireccional y abierta tanto para autoridades internas del DMQ –tomadores de decisión, personal operativo- y externa dirigida a la ciudadanía en general.

Objetivo: Usar todas las formas, espacios y medios de comunicación social para la difusión de medidas de prevención y acciones de respuesta institucional a la población.

Responsables: Sala de Situación del COE Metropolitano y vocero oficial designado.

INSTITUCIÓN	ACCIONES
	<ul style="list-style-type: none"> • Convocatorias y notas de prensa • Generar material de información sobre niveles de alerta y acciones de respuesta • Ruedas de prensa que permitan informar y comunicar sobre los niveles de alerta en temporada invernal. • Entrevistas para difundir niveles de alertas

COE METROPOLITANO	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener una relación con los medios de comunicación • Intercambio de información con las entidades de emergencias y socorro • Construir, gestionar y administrar la comunidad online alrededor de páginas web y redes sociales. • Medición del crecimiento de redes sociales tomando en cuenta los siguientes elementos: Seguidores, menciones, retuits y likes, alcance de las respuestas, influencia de seguidores que nos permita evaluar la cantidad de población que recibe los mensajes de alerta.
-------------------	--

Tabla No 11. Medios de comunicación. **Fuente:** Elaborado por el autor.

4.4.5 Respuesta ante las alertas

En esta etapa se involucran los **actores institucionales pertinentes** y responsables de la toma de decisiones, instituciones operativas y equipos técnicos quienes van a dirigir las acciones de respuesta. La respuesta se fundamenta en la información proporcionada desde Centro de Operaciones de Emergencias y permite la activación de los protocolos respectivos; acorde con los niveles de eventos notificados que necesitan de mayor atención.

4.4.5.1 Acciones de respuesta

El Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano de acuerdo con los niveles de alerta debe coordinar interinstitucionalmente. Desde allí, las instituciones metropolitanas responderán ante una incidencia directa del evento y establecerán acciones de acuerdo con sus funciones como se explica en la siguiente tabla

Objetivo: Contar con la capacidad institucional para brindar una respuesta inmediata y oportuna según los niveles de alerta y en base a los análisis de las condiciones climáticas en las zonas susceptibles a inundación.

ACCIONES DE RESPUESTA INSTITUCIONAL

El Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano coordina interinstitucionalmente, de acuerdo con los niveles de alerta ante.

ESTADO DE ALERTA	EPMAPS	CBQ	EPMMOP EMASEO	PM	AMT	ADMINISTRACIONES ZONALES	EEQ	INAMHI-EPMAPS SM	EPEMSEGURIDAD
BLANCA La amenaza está identificada y en monitoreo. El fenómeno de origen natural o antrópico ha provocado daños y pérdidas en el pasado, y es probable que un fenómeno similar vuelva a producir daños.	La amenaza se encuentra identificada.								
	Nivel: Sin precipitaciones o presencia de precipitaciones con agua de acuerdo al registro de las estaciones pluviométricas de la red de telemétrica EPMAPS, sin acumulación de agua. Rango de altura propuesto: entre 01-09cm								
	Implementación de acciones/ obras de prevención/ reducción de riesgos en pasos deprimidos. Implementación de señalética en pasos deprimidos y zonas susceptibles de inundación.	Capacitación al personal sobre la limpieza de sumideros.	Capacitación al personal institucional sobre la limpieza de sumideros	Capacitación al personal sobre las zonas susceptibles a inundaciones. Mantenimiento y operativización de los albergues.	Capacitación sobre señalética, rutas y zonas de pasos deprimidos más susceptibles a inundaciones.	Análisis de los factores de riesgo de las zonas susceptibles identificadas.	Ninguna.	En base a modelos meteorológicos, establecen las condiciones climáticas para el reporte diario	Ninguna.
AMARILLA El monitoreo muestra que la amenaza se intensifica. Se alistan los preparativos para una respuesta mayor.	El monitoreo muestra que la amenaza se intensifica.								
	Nivel: Presencia de precipitaciones y acumulación de agua de acuerdo al registro de las estaciones pluviométricas de la red de telemétrica EPMAPS, permanecer alertas contar con el personal y/o equipos necesarios para permitir el flujo de agua. Rango de altura propuesto: entre 10-14cm								
	Verificación de niveles de agua acumulada. Revisión de condiciones / estado de funcionamiento de implementos / estructuras del sistema de alcantarillado.	Verificación y alistamiento de equipos necesarios para la respuesta en caso de cambio de alerta.	Preparación de la logística en caso de cambio de alerta para intervención en los cuatro puntos identificados por posible inundación.	Alistamiento de personal y/o recursos en caso de cambio de alerta para la respuesta inmediata en las zonas de posible inundación.	Designación de personal a puntos estratégicos para el monitoreo de pasos deprimidos y vías susceptibles a inundación en zonas de mayor afectación Monitoreo de la acumulación de agua en pasos deprimidos y vías	Alistamiento de equipos y personal necesario. Recorrido preventivo en las administraciones zonales donde se registren lugares susceptibles a inundación.	Ninguna.	Información de las precipitaciones acumuladas mediante el sistema pluviométrico generado en línea, y emisión de reportes.	Ninguna
NARANJA El monitoreo muestra que la amenaza se	El evento se acelera. Afectaciones causadas por el evento son inminentes.								
	Nivel: Presencia de precipitaciones y acumulación de agua de acuerdo al registro de las estaciones pluviométricas de la red de telemétrica EPMAPS, monitoreo de las zonas más susceptibles a inundación y pasos deprimidos. Contar con el personal y/o equipos necesarios para permitir el flujo de agua y la circulación vehicular. Rango de altura propuesto: entre 15 y 19 cm.								

intensifica o que se alcanzan los niveles de factores predisponentes mínimos detonantes de eventos o mayores. Se declara la situación de emergencia y se activan estrategias de respuesta.	Acondicionamiento de implementos/ estructuras del sistema de alcantarillado para su correcto funcionamiento. Acciones para procurar el flujo de agua acumulada y el descenso del nivel de agua.	Movilización de recursos humanos y materiales a zonas de reporte de emergencias. Acciones para procurar el flujo de agua acumulada y el descenso del nivel de agua.	Acciones de apoyo para procurar el flujo de agua acumulada y el descenso del nivel de agua. De acuerdo con la necesidad generada en el sitio se cuenta con maquinaria para la respuesta a eventos generados por lluvias.	Monitoreo de las zonas susceptibles a inundación en las zonas identificadas de alto riesgo. Notificación de la acumulación de agua en zonas susceptibles a inundación en los sectores de La Kennedy, San Juan, Carapungo y Ciudadela Universitaria.	Notificación de la acumulación de agua en pasos deprimidos. Cierre de la circulación vehicular en los pasos deprimidos, y en sectores más susceptibles a inundaciones.	Monitoreo de las zonas susceptibles a inundación. Evaluación preliminar de las zonas susceptibles, Notificación de la acumulación de agua en zonas susceptibles a inundación	Ninguna.	Información de las precipitaciones acumuladas mediante el sistema pluviométrico generado en línea. Monitoreo de las condiciones meteorológicas para las próximas horas.	Activación preventiva de albergues.
ROJA Se monitorean los impactos y el	Se monitorean los impactos y el manejo de la emergencia. Nivel: Presencia de precipitaciones y acumulación de agua de acuerdo al registro de las estaciones pluviométricas de la red de telemétrica EPMAPS, respuesta al evento con el personal y/o equipos necesarios en las zonas susceptibles a inundación, pasos deprimidos que permita el flujo de agua y la circulación vehicular . Rango de altura propuesto: entre 20y más cm.								

<p>manejo de la emergencia. Se implementan los planes que correspondan.</p>	<p>Acondicionamiento de implementos/ estructuras del sistema de alcantarillado para su correcto funcionamiento.</p>	<p>Acciones para procurar el flujo de agua acumulada y el descenso del nivel de agua.</p>	<p>Responder con maquinaria necesaria según los daños registrados por el evento</p>	<p>Apoyo en la evacuación de las personas afectadas por el evento.</p>	<p>Permitir el acceso a los equipos de emergencia y apoyo a los sectores más afectados por la inundación.</p>	<p>Realizar la evaluación de daños y análisis de necesidades para la activación de ayuda humanitaria y posible reposición de enseres.</p>	<p>Evaluar y reparar la afectación en las redes eléctricas.</p>	<p>Monitoreo y generación de información de las precipitaciones acumuladas mediante el sistema pluviométrico.</p>	<p>Activación del fondo de emergencias</p>
	<p>Acciones para procurar el flujo de agua acumulada y el descenso del nivel de agua.</p>	<p>Activación de equipos de rescate y unidades logísticas de intervención.</p>	<p>Acciones de apoyo para procurar el flujo de agua acumulada y el descenso del nivel de agua.</p>	<p>Brindar seguridad a la población y bienes afectados.</p>	<p>De acuerdo con el impacto, establecer el cierre de vías de los sectores de la ciudad.</p>	<p>Informar a la sala de situación del COE Metropolitano las acciones generadas en las zonas afectadas</p>	<p>Rehabilitación del sistema eléctrico para la dotación del servicio.</p>		<p>Proporcionar soporte logístico para la adecuación de albergues y brindar asistencia humanitaria a la población afectada por la emergencia.</p>
	<p>Uso de hidrosuccionadores para extraer el agua acumulada</p>	<p>Envío de unidades de atención médica para atender y transportar víctimas afectadas.</p>	<p>Uso de volquetas y pala mecánicas para el apoyo en los trabajos de reparación y limpieza de vías y viviendas afectadas.</p>	<p>Rescate de la población con unidades especializadas GAOS.</p>	<p>Desvío de tránsito hacia rutas alternativas, que permita el flujo de la movilización.</p>				<p>Dotación de comida caliente para las personas afectadas</p>
		<p>Apoyo en la evacuación de las personas afectadas.</p>		<p>Activación y administración de los albergues de los Comandos Zonales Multiusos de la Policía Metropolitana.</p>					<p>Análisis del informe de las familias que fueron afectadas, donde perdieron sus enseres, para establecer su reposición.</p>

Tabla No 11. Acciones de respuesta de las empresas municipales que otorgan un servicio a la población.

Fuente: Elaborado por el autor.

CONCLUSIONES

Al iniciar este proyecto de tesis se formuló analizar todos los componentes internos que constituye implementar un Sistema de Alerta Integral Institucional ante potenciales inundaciones; primero atravesando los datos históricos que hacen de la ciudad un territorio expuesto a la amenaza, segundo teniendo en cuenta el grado de vulnerabilidad existente en la zonas susceptibles que permiten determinar el nivel de riesgo a la que está expuesta la población, y finalmente un territorio en el que se encuentran estructuras organizadas a nivel institucional para la toma de decisiones.

El objetivo de esta investigación se basó en *“Analizar los componentes estructurales y funcionales para el diseño de un Sistema de Alerta Integral a nivel institucional por potenciales inundaciones en el Distrito Metropolitano de Quito”*, del cual se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- a. La vulnerabilidad al ser la situación que afecta a una persona o un grupo personas depende de las características de estudio y análisis teóricos-prácticos en territorio, que permiten la capacidad institucional y de la población para anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de los impactos que genera una inundación.
- b. La principal característica del clima de Quito es que ocurren precipitaciones en períodos muy cortos de tiempo, sobre todo en los meses de marzo, abril, mayo y octubre. Este fenómeno hace que las capacidades de conducción de agua lluvia del sistema de alcantarillado, drenajes, absorción de los suelos sea sobrepasada y se generen inundaciones en las partes bajas, planas y quebradas de la ciudad. Ante este escenario incierto las instituciones de respuesta deben integrar un trabajo a priori de investigación, tareas de prevención y constante monitoreo de las zonas de mayor influencia que permitan disminuir el riesgo identificado.
- c. En Quito se aplica un Sistema de Alerta Temprana con los componentes establecidos desde el año 2012 cuando fue creado el COE Metropolitano, donde se aplican acciones para el conocimiento de riesgo, monitoreo, coordinación, comunicación y respuesta. Sin embargo, aún falta la aplicación de un sistema a

un nivel interinstitucional que active de forma integral y coordinada con los organismos de respuesta, autoridades y población.

- d. El diseño e implementación de un Sistema de Alerta Integral requirió antes de un análisis contextual de las afectaciones por inundaciones en sitios críticos de la ciudad. Esto permitió establecer un escenario puntual de afectación y en efecto, que las instituciones de respuesta se encuentren mejor organizadas para la respuesta ante el escenario previsto. Así la propuesta de diseño del sistema permitirá a todas las instituciones municipales actuar acorde con los niveles de alerta establecidos, y que a través de esta respondan de una forma coordinada e inmediata en sectores puntuales. Permitiendo, además, el interés y constante vigilancia para que las tareas de respuesta sean oportunas a fin de evitar pérdidas de vidas humanas, materiales, económicas y ambientales.
- e. La propuesta de diseño de un Sistema de Alerta Integral Institucional del Centro de Operaciones de Emergencias Metropolitano, como un ente coordinador interinstitucional del Municipio de Quito, se enfoca en un proceso continuo e interactivo de recepción y transmisión de información para los actores tomadores de decisión y organismos de respuesta.
- f. Las lluvias se pueden presentar con frecuencia irregular en toda la ciudad. A partir de un análisis de precipitaciones y promedios de eventos ocurridos en la ciudad desde 2005 al 2015, se realizó un escenario que involucra las áreas de mayor recurrencia a inundaciones en sectores puntuales de la ciudad; específicamente en San Juan, Carapungo, La Ciudadela Universitaria y La Kennedy. El escenario constituye el eje primordial para la ejecución de un sistema de alerta integral institucional que atienda los impactos de la población afectada directa, asociada a las zonas de inundaciones, población afectada indirecta (cuando existan daños que restrinjan la movilidad local, zonal o distrital), y el requerimiento de asistencia multidisciplinaria para la atención de una emergencia. Sin embargo, este escenario requiere en un futuro de revisiones continuas de acuerdo con el grado de incertidumbre de los próximos años, obras de prevención, mitigación y procedimientos de respuesta.
- g. La metodología para la construcción de los escenarios se puede incluir a los eventos suscitados por inundaciones en quebradas en donde requieren de mayor

capacidad logística y recurso humano; de igual forma se puede extrapolar a un mayor número de actores y recursos a nivel provincial según las circunstancias del riesgo.

- h. Finalmente, un Sistema de Alerta permite un constante monitoreo de las amenazas de origen natural o antrópico. En el caso específico de una amenaza ante inundaciones presenta tres tipos de sistemas aplicables: un sistema institucional que permite la operativización desde un punto de vista administrativo y técnico, responsable de las políticas que faciliten la alerta, asesoría y hacer partícipe a la población mediante planes de preparación para la respuesta; y los sistemas comunitarios como estrategia promueve la intervención efectiva de la población dentro de un área mediante el uso de procedimientos manuales, y por último, el sistema automatizado (basado en la implementación de herramientas tecnológicas e informáticas que permiten el análisis y la generación de pronósticos concretos).

BIBLIOGRAFÍA

1. Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ, Alcaldía de Quito, Segunda Edición- 2014
2. Almeida, Jairo: El sistema de agua potable del DMQ y sus escenarios de riesgo volcánico: Caso de volcanes Cotopaxi y Guagua Pichincha, Tesis, Universidad Católica del Ecuador, Quito 2003
3. D'ERCOLE, Robert: La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, Quito-Ecuador, diciembre 2004.
4. GODARD, Henry: Atlas Infográfico de Quito, Socio Dinámica del Espacio y Política Urbana, ORSTOM, 1992
5. Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022, Versión Resumida, Distrito Metropolitano de Quito, enero 2012.
6. SERRANO, Sheila: Análisis estadísticos de datos Meteorológicos Mensuales y diarios para la determinación de variabilidad Climática y Cambio Climáticos en el DMQ, Artículo Científico. Quito-Ecuador, 15 de Diciembre de 2012.
7. Memoria Técnica del Mapa de Cobertura Vegetal del DMQ, Secretaría del Ambiente del Municipio de Quito (2015).
8. Naciones Unidas (Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres), Suiza 2014.
9. SERRANO, Sheyla y ZULETA, Diana: Análisis estadístico de datos meteorológicos Mensuales y diarios para la determinación de Variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, Diciembre 2012.
10. Peltre, Pierre: Riesgos Naturales en Quito, Colegio de Geógrafos en el Ecuador, Editorial Nacional, 1989
11. Revista La Marea, Especial Ecología, Cambio Climático y Sostenibilidad: Cuenta atrás para paliar el cambio climático, Toni Martínez, 2015.
12. ZEVALLOS, Othón: Ocupación de laderas: Incremento del Riesgo por degradación ambiental urbana en Quito, Recopilación: Ciudades en Riesgo, 1996.

BIBLIOGRAFÍA EN INTERNET

- 1 Breve reseña de los sismos provenientes de la falla geológica de Quito, Agosto 15, 2014. En línea: <http://bit.ly/1eakGBh>
- 2 Buscan controlar las inundaciones, [En línea] [Domingo, 7 de abril del 2002]. Disponible en <http://bit.ly/1SysXhm>
- 3 GARRIDO, Maray. Sistema automatizado de alerta temprana ante el peligro de inundaciones, [En línea] [Diciembre del 2013]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382013000300003&script=sci_arttext
- 4 Los colectores, la columna vertebral de la ciudad subterránea. [En línea] Disponible en <http://bit.ly/1r61LgU>
- 5 Las quebradas de Quito [En línea] [febrero 15, 2012]. Disponible en <http://bit.ly/1pru0Fm>
- 6 Plan de manejo y control de inundaciones y optimización del drenaje urbano. [En línea] [febrero 15, 2012]. Disponible en <http://bit.ly/1VO9a13>
- 7 Quito tiene su gran mapa de riesgos, [En línea] [Martes, 20 de Julio de 2010] Disponible en <http://bit.ly/1MMMLOU>
- 8 Quito es vulnerable a inundaciones y deslaves, [En línea] [Domingo, 7 de abril del 2002], Disponible en <http://bit.ly/213W7s7>
- 9 Red Hidrográfica, Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda, [En línea] Disponible en <http://bit.ly/216tScm>
- 10 Manual Informativo sobre Sistemas de Alerta Temprana, Ministerio de Educación de Panamá. [En línea] Disponible en <http://bit.ly/1qGfDhA>.

ANEXOS

ANEXO 1: Barrios susceptibles a inundaciones D.M.Q., 2015

No.	Sectores Barriales	Nivel de Susceptibilidad	No.	Sectores Barriales	Nivel de Susceptibilidad	No.	Sectores Barriales	Nivel de Susceptibilidad
1	SIERRA HERMOSA	MEDIA	53	MARIANA DE JESUS	MEDIA	105	PIO XII	ALTA
2	CARAPUNGO	ALTA	54	MARISCAL SUCRE	ALTA	106	RECREO CC	MEDIA
3	ESPERANZA Y PROGRESO	MEDIA	55	OMNIBUS URB	MEDIA	107	RECREO CLEMENCIA	ALTA
4	JULIO ZABALA	MEDIA	56	P. LA CAROLINA	ALTA	108	SAN AGUSTÍN	ALTA
5	AGUA CLARA	ALTA	57	PAMBACHUPA	MEDIA	109	S- BARTOLO	MEDIA
6	C.T. CONTRALORIA	MEDIA	58	RUMIÑAHUI	MEDIA	110	SAN LUIS	MEDIA
7	CAMINOS LIBERTAD	MEDIA	59	CLARAS MILAN	ALTA	111	SAN BARTOLO	ALTA
8	CARCELEN BEV	MEDIA	60	S. CARLOS MULT	MEDIA	112	SOLANDA	ALTA
9	CARCELÉN FV PONC	MEDIA	61	TENIS CLUB	MEDIA	113	TARQUI 1 MENA 2	MEDIA
10	COL MILITAR PARY	MEDIA	62	UNIÓN NACIONAL	MEDIA	114	TURUBAMBA BAJO	ALTA
11	COLLALOMA 9 DE J	ALTA	63	VOZ DE LOS ANDES	ALTA	115	TURUBAMBA ALTO	ALTA
12	CONCEJO PROVI	ALTA	64	AMERICA	MEDIA	116	VILLA FLORA	MEDIA
13	CORAZON DE JESÚS	MEDIA	65	DOS PUENTES	ALTA	117	YAGUACHI	MEDIA
14	CRISTIANIA	ALTA	66	EJIDO	MEDIA	118	CRISTO REY	ALTA
15	CRISTIANIA 2	ALTA	67	LA INDEPENDENCIA	MEDIA	119	REINO DE QUITO	MEDIA
16	DELICIA 2 PLAZA GY	MEDIA	68	LA LOMA	ALTA	120	CAUPICHO	MEDIA
17	EL CONDADO	MEDIA	69	LA RECOLETA	ALTA	121	GUAMANÍ ALTO	ALTA
18	EL ROCÍO	ALTA	70	LA SENA	ALTA	122	LA ECUATORIANA	ALTA
19	JAIME ROLDOS	MEDIA	71	LA VICTORIA	ALTA	123	LA PERLA	MEDIA
20	JUSTICIA SOCIAL	MEDIA	72	LARREA	ALTA	124	LAS ORQUÍDEAS	MEDIA
21	LA FLORESTA	MEDIA	73	LIBERTAD BAJO	ALTA	125	MATILDE ALVAREZ	MEDIA
22	LA OFELIA	ALTA	74	MIRAFLORES BAJO	MEDIA	126	NINILLACTA	MEDIA
23	NAZARETH	ALTA	75	PANECILLO	MEDIA	127	NUEVA AURORA II	MEDIA

24	PONCIANO BAJO	MEDIA	76	SAN BLAS	ALTA	128	S. FRANCISCO SUR	MEDIA
25	QUITO TENIS	MEDIA	77	SAN ROQUE	ALTA	129	S. JUAN TURUBAMBA	MEDIA
26	AEROPUERTO ANTI	MEDIA	78	STA. LUCIA BAJA	MEDIA	130	S. VCENT. CORNEJO	MEDIA
27	ANDALUCIA	MEDIA	79	SAN JUAN	ALTA	131	S. FERNA. GUAMANÍ	MEDIA
28	BATAN BAJO	ALTA	80	JARDÍN DEL VALLE	MEDIA	132	STO TOMAS	MEDIA
29	BENALCAZAR CD	MEDIA	81	AIDA LEON	MEDIA	133	SUCRE FUNDEPORTE	MEDIA
30	BETANIA	MEDIA	82	ALVARO PEREZ IND	ALTA	134	TURUBAMBA MONJA	ALTA
31	CDLA UNIVERSITARIA	MEDIA	83	ARGELIA INTER	MEDIA	135	VENECIA 1	MEDIA
32	CHAUPICRUZ	ALTA	84	CALZADO 1 DE MAY	ALTA	136	VERTIENTES SUR	MEDIA
33	COCHAPAMBA NORTE	MEDIA	85	CHAHUARQUINGO	MEDIA	137	VICTORIA CENTRAL	MEDIA
34	EL PEDREGAL	MEDIA	86	CHIMBACALLE	ALTA	138	VENCEREMOS	MEDIA
35	EL PINAR BAJO	MEDIA	87	CLEMENTE BALLEN	MEDIA	139	SANTA ISABEL	MEDIA
36	EL ROSARIO	MEDIA	88	COMBATIENTES	MEDIA	140	EL TRÁNSITO	ALTA
37	FELIX RIVADENEIRA	MEDIA	89	DOSCIENTAS CASAS	ALTA	141	MANUELITA SÁENZ	MEDIA
38	GRANDA CENTENO	MEDIA	90	EL CALZADO	MEDIA	142	TRÉBOLES DEL SUR	MEDIA
39	IÑAQUITO	ALTA	91	EL CAMAL	MEDIA	143	VALLE DEL SUR	MEDIA
40	RIVADENEIRA	ALTA	92	EL CARMEN	ALTA	144	V. DEL QUINCHE	MEDIA
41	LA CAROLINA	ALTA	93	EL COMERCIO	MEDIA	145	AYMESA	MEDIA
42	LA COLÓN	ALTA	94	EPLICACHIMA	MEDIA	146	SAN JUANITO	MEDIA
43	LA FLORIDA	MEDIA	95	FERROVIARIA BAJA	MEDIA	147	SAN JOSE	MEDIA
44	LA GASCA	MEDIA	96	GERMÁN AVILA	ALTA	148	YANAZARAPATA	MEDIA
45	LA KENEDY	MEDIA	97	QUITEÑO LIBRE	MEDIA	149	AMAZONAS	MEDIA
46	LA PAZ	MEDIA	98	LA MAGDALENA	MEDIA	150	LA LORENA	MEDIA
47	LA PRADERA	ALTA	99	LOS ANDES	ALTA	151	S. JOSÉ DEL TINGO	ALTA
48	LA REPUBLICA	MEDIA	100	LOS DOS PUENTES	MEDIA	152	BARRIO CENTRAL	MEDIA
49	LAS ACACIAS	MEDIA	101	LUCHA DE LOS	MEDIA	153	MIRANDA	MEDIA

				POBRES				
50	LAS CASAS	MEDIA	102	LUIS. A. VALENCIA	MEDIA	154	CHILLOJIJON	MEDIA
51	LAS CASA BAJO	MEDIA	103	MAYORISTA	ALTA	155	BALBINAS	MEDIA
52	MALDONADO	ALTA	104	MEXICO	ALTA	156	SAN JUANITO	MEDIA

Tabla No. 13 Barrios susceptibles a inundación. **Fuente:** Datos obtenidos del Municipio del Distrito Metropolitanos de Quito.

ANEXO 2.

INFORME DE SITUACIÓN

PLAN DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA A INUNDACIONES Y MOVIMEINTOS EN MASA

Año 2014 - 2015

Etiquetas de fila	Calderón	Eloy Alfaro	Eugenio Espejo	La Delicia	Los Chillos	Manuela Sáenz	Quitumbe	Tumbaco	La Mariscal	Total general
Inundación	19	14	12	19	4	12	10	8	2	100
Movimiento en masa	2	4	12	17	7	25	2	4		73
Total general	21	18	24	36	11	37	12	12	2	173

Fuente: ECU911

Desarrollado por: Área Técnica COE - M

Nota: Datos sujetos a variación

ANEXO 3

INFORME DE SITUACIÓN

PLAN DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA A INUNDACIONES Y MOVIMEINTOS EN MASA

Año 2015 - 2016

Etiquetas de fila	Calderón	Eloy Alfaro	Eugenio Espejo	La Delicia	Los Chillos	Manuela Sáenz	Quitumbe	Tumbaco	La Mariscal	Total general
Inundación		6	9	1	5	9		1	1	32
Movimiento en masa	3	7	8	7	1	6		2		34
Colapsos estructurales	2	2	1		4	1	2	1		13
Total general	5	15	18	8	10	16	2	4	1	79

Fuente: ECU91

Desarrollado por: Área Técnica COE - M

Nota: Datos sujetos a
variación